

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15. 03. 01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления вала испытательного стенда «СЭМ-2».
УДК <u>621.81-2-047.84</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A61	Ли Цзяси		05.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бознак А.О.	К.Т.Н.		05.06.2020

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Галин Н.Е.			05.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук И.В.	К.Т.Н.		05.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	Д.Т.Н.		05.06.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Машиностроение	Ефременков Е.А.	К.Т.Н.		05.06.2020

Томск – 2020 г.

Результаты обучения

Вый про	Результат обучения
Общие по направлению подготовки (специальности).	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Профиль 1 (Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов)	

P9	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного, ракетно-космического и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций.
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
Профиль 2 (Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств)	
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
Профиль 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.
Профиль 4 (Оборудование и технология сварочного производства)	
P13	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества сварных швов и сварных конструкций
P14	Способность осваивать вводимое новое сварочное оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15. 03. 01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП 15. 03. 01.

_____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
154A61	Ли Цзяси

Тема работы:

Разработка технологии изготовления вала испытательного стенда «СЭМ-2».	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 59-67/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали: вал испытательного стенда «СЭМ-2», Тип производства: среднесерийное.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала	1. Чертеж детали, $A_3 \times 1$ 2. Размерный анализ, $A_1 \times 2$ 3. Технологический процесс изготовления детали, $A_1 \times 2$ 4. Чертеж приспособления. $A_1 \times 1$

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский.	Галин Н.Е.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	Кашук И.В.
Социальная ответственность	Сечин А.И.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель / консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бознак А.О.	к.т.н.		16.12.2019 г.
Старший преподаватель	Галин Н.Е.			16.12.2019 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А61	Ли Цзяси		16.12.2019 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 131 страниц пояснительной записки и 6 страниц приложения, 33 таблицы, 37 рисунков, источников, 5 листов графического материала формата А1, 1 лист графического материала формата А3 и 2 лист графического материала формата А4.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ, ЧИСЛО ОБОРОТОВ ШПИНДЕЛЯ.

Актуальность работы определяется необходимостью иметь технологический процесс изготовления конкретной детали вала испытательного стенда «СЭМ-2» на производстве с использованием спроектированного в работе приспособления.

Объектом исследования является вал испытательного стенда «СЭМ-2».

Цель работы – Согласно приведенным чертежам и годовой программой выпускай, разработать технологии изготовления вала испытательного стенда «СЭМ-2».

В работе изложено обоснование выполнения ВКР, выполнен анализ чертежа детали и её технологичности, определен тип производства, описан принцип выбора заготовки в соответствие с её материалом и серийностью производства, выполнен чертёж заготовки, разработан маршрут обработки детали с представлением операционных эскизов и описанием переходов по каждой операции, рассчитаны припуски на обработку и технологические размеры, выполнен размерный анализ техпроцесса с уточнением технологических размеров, рассчитаны режимы резания для каждого технологического перехода и требуемая мощность оборудования для каждой операции, назначена модель станка, рассчитано время выполнения каждой

операции.

Основные технико-эксплуатационные: точение; фрезерование; сверление; термообработка; кругло шлифование.

В работе также выполнен экономический анализ оценки деловой привлекательности представленной разработки, рассмотрены вопросы организации рабочего места на механическом участке.

THE REPORT

The final qualification work contains 131 pages of explanatory note and 6 pages of the application, 33 tables, 37 figures, sources, 5 sheets of graphic material in A1 format, 1 sheet of graphic material in A3 format and 2 sheet of graphic material in A4 format.

Key words: TECHNOLOGICAL PROCESS OF PROCESSING, DIMENSIONAL ANALYSIS, CUTTING MODES, CUTTING SPEEDS, SPINDLE SPEED.

The relevance of the work is determined by the need to have a technological process for manufacturing a specific shaft part of the SEM-2 test bench in production using a device designed in the work.

The object of research is the shaft of the test bench "SEM-2".

Purpose of work - According to the drawings and the annual program, release, develop technologies for manufacturing the shaft of the SEM-2 test bench.

The paper sets out the rationale for performing WRC, analyzes the drawing of the part and its manufacturability, determines the type of production, describes the principle of choosing a workpiece in accordance with its material and serial production, draws up the workpiece, develops a route for processing the part with the presentation of operational sketches and a description of the transitions for each operation , machining allowances and technological dimensions were calculated, dimensional analysis of the technological process was carried out with specification of technological dimensions, cutting modes for each technological transition and the required equipment power for each operation were calculated, a machine model was assigned, and the time for each operation was calculated.

Main technical and operational: turning; milling; drilling; heat treatment; round grinding.

The paper also performed an economic analysis of assessing the business

attractiveness of the presented development and considered the organization of a workplace on a mechanical site.

Содержание

Введение.....	12
1. Технологический часть.....	14
1.1. Исходные данные.....	14
1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	15
1.3. Определение типа производства.....	16
1.4. Выбор исходной заготовки.....	18
1.5. Разработка технологии изготовления детали.....	20
1.6. Расчет припусков и диаметральных технологических размеров.....	26
1.7. Расчет припусков и диаметральных технологических размеров.....	32
1.8. Расчет режимов резания.....	40
1.9. Определение норм времени.....	64
1.9.1. Расчет основного времени.....	64
1.9.2. Определение норм вспомогательного времени для каждой операции.....	75
1.10. Выбор средств технологического оснащения.....	78
2. Конструкторский раздел.....	82
2.1. Анализ исходных данных.....	82
2.2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.....	83
2.3. Описание конструкции и работы приспособления.....	84
2.4. Определение необходимой силы зажима.....	86
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	88
Введение.....	89
3.1. Анализ конкурентных технических решений.....	89
3.2. SWOT-анализ.....	91
3.3. Планирование научно-исследовательских работ.....	92
3.3.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	92
3.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения.....	93

3.4. Бюджет научно-технического исследования.....	96
3.4.1. Расчет материальных затрат научно-технического исследования.....	96
3.4.2. Расчет амортизации специального оборудования.....	97
3.4.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	98
3.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды.....	100
3.4.5 Накладные расходы.....	100
3.4.6 Бюджетная стоимость НИР.....	101
3.5. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	101
Вывод.....	102
4. Социальная ответственность.....	103
Введение.....	105
4.1. Производственная безопасность.....	105
4.1.1 Анализ условий труда на рабочем месте.....	105
4.1.2. Анализ показателей шума и вибрации.....	106
4.1.3. Анализ показателей микроклимата.....	107
4.1.4. Анализ освещенности рабочей зоны.....	108
4.1.5. Анализ электробезопасности.....	112
4.1.6 Анализ пожарной безопасности.....	113
4.2. Экологическая безопасность.....	116
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	116
4.4. Выводы по разделу.....	117
Заключение.....	118
Список литературы.....	119
Список используемых источников и литературы	
Приложение А. Чертёж детали.....	120
Приложение Б. Техническая карта.....	122
Приложение В. Чертеж приспособления.....	125
Приложение Г. Размерный анализ.....	129

Введение

Традиционно машиностроение является ведущей отраслью. Развитие машиностроения зависит не только от разработки новых конструкций машин, но и от совершенствования технологии их изготовления. Как правило, технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться.

Целью данной работы является разработка технологии изготовления вала испытательного стенда «СЭМ-2» для последующего изготовления этой детали в серийном производстве. Вал испытательного стенда «СЭМ-2» это представляет собой тело вращения, 8 отверстия равномерно распределены вокруг него. Объект исследования: вал испытательного стенда «СЭМ-2».

Методы исследования: Анализ технологичности конструкции детали; разработать технологии изготовления вала испытательного стенда «СЭМ-2» через калькуляцию и справочники.

Целью данной работы является разработка необходимых документов и выполнение расчётов для организации производства по изготовлению детали, выданной предприятием, на котором планируется её обработка. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задачи: выбор заготовки, рациональных способов обработки, оборудования и режущих инструментов, составление технологического процесса, выполнение размерного анализ техпроцесса, расчёт режимов резания и норм времени изготовления детали, проектирование приспособлений и технологической оснастки для выполнения каждой операции, разработка вопросов финансового менеджмента и обеспечение безопасности работы. Для выполнения поставленных задач выпускная квалификационная работа содержит следующие основные разделы:

1. Технологический;

2. Конструкторский;
3. Финансового менеджмента, ресурсоэффективность и ресурсосбережения;
4. Социальной ответственности.

В выпускной квалификационной работе решается задача по проектированию технологического процесса изготовления детали «Опора подшипника».

1. Технологический часть

1.1. Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления вала. Чертёж детали представлен на рисунке 1. Годовая программа выпуска: 8000 шт.

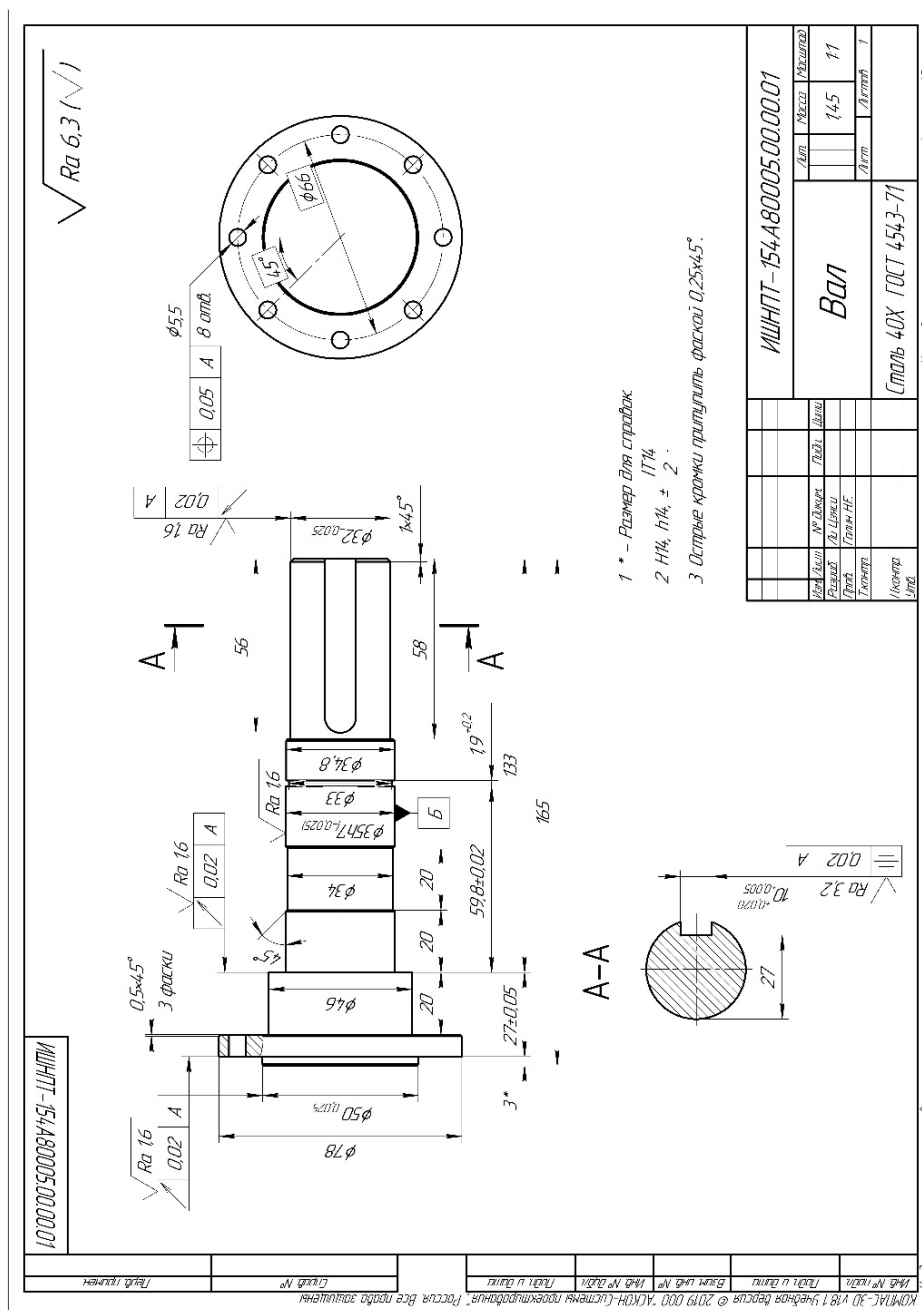


Рисунок 1- Чертёж детали

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Вал испытательного стенда «СЭМ-2» изготовлена из стали 40Х ГОСТ 4543-71. Деталь в основном обрабатывается на токарном станке, сверлильном станке, Фрезерном станке и круглошлифовальном станке.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется, за исключением трех диаметральных размеров: $\varnothing 50h7_{-0,025}$, $\varnothing 35h7_{-0,025}$, $\varnothing 32h7_{-0,025}$.

Шероховатость поверхностей имеет параметр $Ra_{6,3}$, но ряд поверхностей должно иметь параметр $Ra_{3,2}$ и $Ra_{1,6}$.

Вал испытательного стенда «СЭМ-2» представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали 40Х. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой, число твердости 40...45HRC, отсутствуют какие-либо специальные требования к форме и взаимному расположению геометрических элементов. Размеры на основной поверхности детали установлены, поэтому во время обработки и контроля никаких других расчетов не требуется. Можно использовать универсальные измерительные приборы.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Деталь не имеет острых кромок и грубой шероховатости, поэтому после закалки возможность появления трещин резко уменьшается. Включает разность фаз между отверстиями составляет 45 градусов ($\varnothing 5,5$).

Назначение стали 40Х втулки, оси, стержни, шариковые и роликовые подшипники и другие детали, к которым предъявляются требования высокой твердости и износостойкости и работающие при температуре до 500 °С или подвергающиеся действию умеренных агрессивных сред. Сталь коррозионная мартенситного класса.

1.3. Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций, который показывает отношение всех различных технологических операций $K_{3.0}$, определяем по формуле [1, стр. 19]:

$$K_{3.0} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}} \quad (1.1)$$

Где $t_{\text{в}}$ – такт выпуска детали, мин.

$T_{\text{ср}}$ – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} \quad (1.2)$$

Где $F_{\text{г}}$ – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$ – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем при двухсменном режиме работы: $F_{\text{г}} = 4029$ ч.

Тогда

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{4029 \cdot 60}{8000} = 30,22 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к.}i}}{n} \quad (1.3)$$

Где $T_{\text{ш.к.}i}$ – штучно калькуляционное время i -ой основной операции, мин.

n – количество основных операций.

Штучно-калькуляционное время [3.с147]

$$T_{\text{шк}} = \varphi_{\text{к}} T_0 \cdot 10^{-3} \quad (1.4)$$

Где T_0 – основное технологическое время, мин.

$\varphi_{\text{к}}$ – коэффициент i -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства.

Расчёт:

- Отрезание. ($\varphi_k = 2,14$)

$$t_{\text{шт.0}} = \varphi_k \times 0,19D^2 \times 10^{-3} = 2,14 \times 0,19 \times 88^2 \times 10^{-3} = 3,15 \text{ мин}$$

- Токарная работа. ($\varphi_k = 2,14$)

$$\begin{aligned} t_{\text{шт.1}} &= \varphi_k \times [0,037(D^2 - d^2) + 0,17dl + 0,18dl + 0,21dl] \times 10^{-3} \\ &= 2,14 \\ &\times [0,037 \times (88^2 - 0^2) + 0,17 \times 78 \times 99 + 0,18 \times 6 \times 9 \\ &+ 0,21 \times 6 \times 4] \times 10^{-3} = 3,45 \text{ мин} \end{aligned}$$

- Токарная работа. ($\varphi_k = 2,14$)

$$\begin{aligned} t_{\text{шт.2}} &= \varphi_k \times [0,037(D^2 - d^2) + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,18dl + 0,21dl] \\ &\times 10^{-3} \\ &= 2,14 \\ &\times [0,037 \times (88^2 - 78^2) + 0,17 \times 78 \times 67 + 0,17 \times 50 \times 5 \\ &+ 0,17 \times 50 \times 0,5 + 0,18 \times 6 \times 9 + 0,21 \times 6 \times 4] \times 10^{-3} \\ &= 2,17 \text{ мин} \end{aligned}$$

- Токарная работа. ($\varphi_k = 2,14$)

$$\begin{aligned} t_{\text{шт.3}} &= \varphi_k \times (0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + \\ &0,17dl + 0,17dl) \times 10^{-3} = 2,14 \times (0,17 \times 46 \times 153 + 0,17 \times 35 \times 133 + \\ &0,17 \times 32 \times 58 + 0,17 \times 34 \times 20 + 0,17 \times 33 \times 1,9 + 0,17 \times 78 \times 0,5 + \\ &0,17 \times 34,8 \times 0,5 + 0,17 \times 32 \times 1) \times 10^{-3} = 5,23 \text{ мин} \end{aligned}$$

- Фрезерная работа. ($\varphi_k = 1,84$)

$$t_{\text{шт.4}} = \varphi_k \times 7l = 1,84 \times 7 \times 56 \times 10^{-3} = 0,72 \text{ мин}$$

- Сверлильная работа. ($\varphi_k = 1,72$)

$$\begin{aligned} t_{\text{шт.5}} &= \varphi_k \times 0,18dl \times 10^{-3} \times 8 = 2,14 \times 0,18 \times 5,5 \times 7 \times 10^{-3} \times 8 \\ &= 0,12 \text{ мин} \end{aligned}$$

- Круглошлифовальная работа. ($\varphi_k = 2,14$)

$$t_{\text{шт.7}} = \varphi_k \times 0,15dl \times 10^{-3} = 2,10 \times 0,15 \times 50 \times 4,5 \times 10^{-3} = 0,07 \text{ мин}$$

- Круглошлифовальная работа. ($\varphi_k = 2,14$)

$$\begin{aligned}
 t_{\text{шт.8}} &= \varphi_k \times (0,15dl + 0,15dl + 0,15dl) \times 10^{-3} \\
 &= 2,10 \times (0,15 \times 35 \times 19,5 + 0,15 \times 35 \times 19,3 + 0,15 \times 35 \times 57) \\
 &\times 10^{-3} = 1,06 \text{ мин}
 \end{aligned}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (2):

$$\begin{aligned}
 T_{\text{ср}} &= \frac{\sum T_{\text{шт.}}}{n} = \frac{t_{\text{шт.1}} + t_{\text{шт.2}} + t_{\text{шт.3}} + t_{\text{шт.4}} + t_{\text{шт.5}} + t_{\text{шт.6}} + t_{\text{шт.7}} + t_{\text{шт.8}}}{7} \\
 &= 2,28 \text{ мин}
 \end{aligned}$$

Тип производства определяем по формуле 1.1:

$$K_{3,0} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{30,22}{2,28} = 13,25$$

Так как $10 < K_{3,0} = 13,25 < 20$ то есть тип производства: среднесерийный.

1.4. Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (Сталь 40Х ГОСТ 4543-71), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства (среднесерийный), выбираем в качестве исходной заготовки – прокат стальной, горячекатаный, круглый (Круг 40-В ГОСТ 2590-88). Эскиз заготовки на рисунке 2.

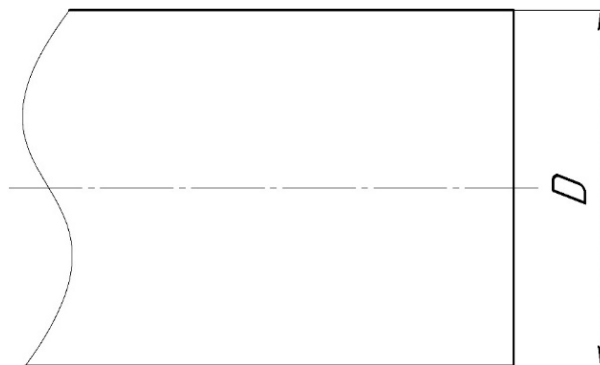


Рисунок 2- Эскиз заготовки

Таблица 1- Химический состав в% стали 40Х

Кремний (Si), %	0,17-0,37
Медь (Cu), % не более	до 0,30
Марганец (Mn), %	0,50-0,80
Никель (Ni), % не более	до 0,30
Фосфор (P), % не более	до 0,035
Хром (Cr), %	0,80-1,10
Сера (S), не более	0,035
Углерод (C), %	0,36-0,44
Железо (Fe), %	≈97

Таблица 2- Механические свойства стали 40Х

НВ, МПа	217
$\sigma_{0,2}$, МПа	780
σ_b , МПа	980
σ_5 , %	10
К, Дж	до 0,035

1.5. Разработка технологии изготовления детали

Маршрут технологии изготовления вала испытательного стенда «СЭМ-2» представлен в таблице 3.

Таблица 3- Маршрут технологии изготовления вала испытательного стенда «СЭМ-2»

номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	переход		
000	1	Заготовительная Отрезать заготовку, выдержав размер A_{01}	
005	1	Токарная 1. Подрезать порез ①, выдержав размер A_{11} . 2. Точить поверхность ②, выдержав D_{11} и A_{12} . 3. Сверлить центровое отверстие ③, выдержав размер D_{12} , A_{13} , A_{14} , α_{11} .	

Продолжение таблицы 3

номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операц	переход		
010	1	<p>Токарная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец ①, выдержав размер A_{21}. 2. Точить поверхность ②, выдержав размер D_{21} и A_{22}. 3. Точить поверхность ③, выдержав размер D_{22} и A_{23}. 4. Точить поверхность ④, выдержав размер $A_{24} \times 45^\circ$. 5. Свержить цапмовое отверстие ⑤, выдержав размер D_{23}, A_{25}, A_{26}, α_{21}. 	
015	1	<p>Токарная</p> <p>Точить поверхность ①, выдержав размер D_{31} и A_{31}.</p>	

Продолжение таблицы 3

номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операци	переход		
015	2	Точить поверхность ①, выдержав размер D_{32} и A_{32} .	
	3	Точить поверхность ①, выдержав размер D_{33} и A_{33} .	
	4	Точить поверхность ①, выдержав размер D_{34} , A_{34} , A_{35} , α_{31} .	

Продолжение таблицы 3

номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операци	переход		
015	5	Точить поверхность ①, выдержав размер D_{35} , A_{36} , A_{37} . Точить поверхность ②, выдержав размер D_{36} .	
	6	Точить поверхность , выдержав размер $A_{38} \times 45^\circ$, $A_{39} \times 45^\circ$, $A_{310} \times 45^\circ$.	
020	1	Фрезерная Фрезеровать поверхность, выдержав размер A_{41} , A_{42} , A_{43} , R_{41} .	

Продолжение таблицы 3

номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	переход		
025	1	Сверлильная 1. Подрезать порез, выдержав размер D_{51} , D_{52} , α_{51}	
030	1	Термическая 40...45 HRC	
035	1	Круглошлифовальная Шлифовать поверхность ①, выдержав размер D_{71} и A_{71} .	

Продолжение таблицы 3

номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операци	переход		
040	1	<p>Круглошлифовальная</p> <p>1. Шлифовать поверхность ①, выдержав размер $D_{7=81}$ и A_{81} A_{82}.</p> <p>2. Шлифовать поверхность ②, выдержав размер D_{82} и A_{83}.</p>	<p>The sketch shows a shaft with a central section of diameter D_{81} and length A_{82}. The total length of the shaft is A_{83}. The diameter of the right end is D_{82}. The left end has a fillet with radius $R_{a1,6}(\sqrt{1})$. The surface finish requirements are indicated by symbols: $\sqrt{Ra 1,6}$ for the left end and $\sqrt{Ra 0,4}$ for the central section. The dimensions A_{81} and A_{82} are shown as distances from the left end to the start and end of the central section, respectively.</p>
45	1	Слесарная	
050	1	Контрольная	

1.6. Расчет припусков и диаметальных технологических размеров

Размерная схема вала испытательного стенда «СЭМ-2» на рисунке 3.

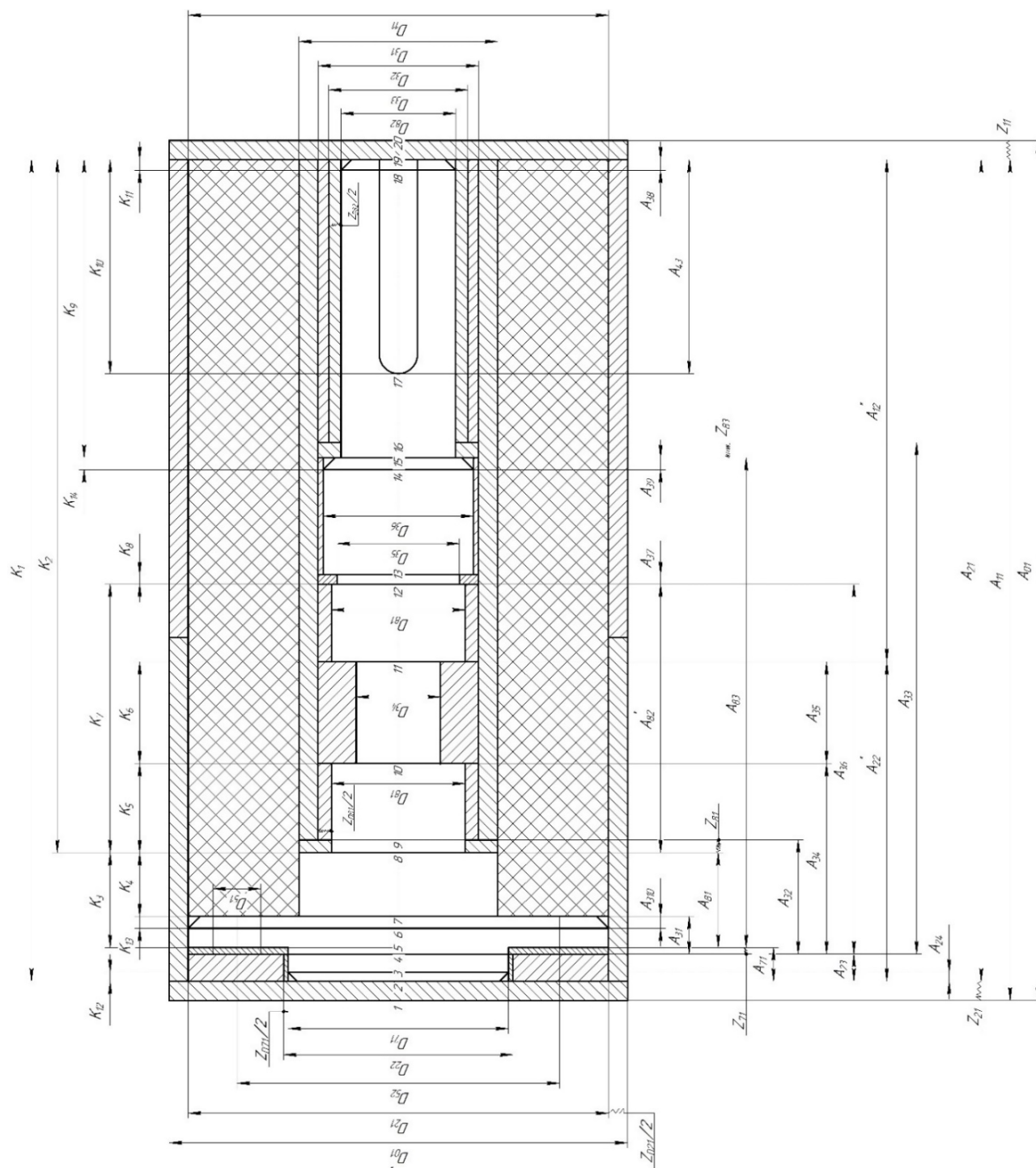


Рисунок 3- Размерная схема

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности [2, стр. 38]:

$$TD_i = \omega_{ci} \quad (1.5)$$

Допуски на диаметральные размеры:

$$TD_{01} = 1,8 \text{ мм};$$

$$TD_{01} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{11} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{21} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{22} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{31} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{32} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{33} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{34} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{35} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{36} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{51} = 0,15 \text{ мм};$$

$$TD_{71} = 0 \text{ мм};$$

$$TD_{81} = 0 \text{ мм};$$

$$TD_{82} = 0 \text{ мм};$$

Расчёт начинаем с проверки условия:

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [2, стр. 60]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TD_i \quad (1.6)$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D1} :

$$TK_{D1} = 0,74 \text{ мм} \geq TD_{21} = 0,12 \text{ мм}; \text{ Размер } K_{D1} \text{ выдерживается};$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D2} :

$$K_{D2} = 0,025 \text{ мм} \geq TD_{71} = 0 \text{ мм}; \text{ Размер } K_{D2} \text{ выдерживается};$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D3} :

$K_{D3} = 0,62 \text{ мм} \geq TD_{31} = 0,12 \text{ мм}$; Размер K_{D3} выдерживается;

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D4} :

$K_{D4} = 0,025 \text{ мм} \geq TD_{81} = 0 \text{ мм}$; Размер K_{D4} выдерживается;

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D5} :

$K_{D5} = 0,62 \text{ мм} \geq TD_{36} = 0,12 \text{ мм}$; Размер K_{D5} выдерживается;

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D6} :

$K_{D6} = 0,62 \text{ мм} \geq TD_{34} = 0,12 \text{ мм}$; Размер K_{D6} выдерживается;

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D7} :

$K_{D7} = 0,62 \text{ мм} \geq TD_{35} = 0,12 \text{ мм}$; Размер K_{D7} выдерживается;

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D8} :

$K_{D8} = 0,025 \text{ мм} \geq TD_{82} = 0 \text{ мм}$; Размер K_{D8} выдерживается;

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D9} :

$K_{D9} = 0,30 \text{ мм} \geq TD_{51} = 0,15 \text{ мм}$; Размер K_{D9} выдерживается;

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D10} :

$K_{D10} = 0,47 \text{ мм} \geq TD_{52} = 0,15 \text{ мм}$; Размер K_{D10} выдерживается.

Размер $D_{21} = K_{D1} = 78_{-0,74}$;

Размер $D_{71} = K_{D2} = 50_{-0,025}$;

Размер $D_{11} = K_{D3} = 46_{-0,62}$;

Размер $D_{81} = K_{D4} = 35_{-0,025}$;

Размер $D_{36} = K_{D5} = 34,8_{-0,62}$;

Размер $D_{34} = K_{D6} = 34_{-0,62}$;

Размер $D_{35} = K_{D7} = 33_{-0,62}$;

Размер $D_{82} = K_{D8} = 32_{-0,025}$;

Размер $D_{51} = K_{D9} = 5,5^{+0,3}$;

Размер $D_{52} = K_{D10} = 66_{-0,47}$

Формула для расчета минимального припуска на обработку поверхностей вращения [2, стр. 48]:

$$z_{imin} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (1.7)$$

Где $z_{i\ min}$ – минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мм;

Rz_{i-1} – шероховатость с предыдущего перехода, мм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мм;

ρ_{i-1} – суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мм;

ε_{yi} – погрешность установки заготовки на текущем переходе, мм.

Прокат горячекатаный обычной точности:

$R = 0,1$ мм $h = 0,1$ мм $\rho = 0,13$ мм $\varepsilon = 0$ мкм

Шлифование чистовое:

$R=0,01$ мм $h=0,02$ мм $\rho=0,01$ мм $\varepsilon = 0$ мкм

$$Z_{D_{21min}} = 2 \times (0,1 + 0,1 + 0,13) = 0,66 \text{ мм}$$

$$Z_{D_{71min}} = Z_{D_{81min}} = Z_{D_{83min}} = 2 \times (0,01 + 0,02 + 0,01) = 0,08$$

Находим D_{22} (рисунок 4)

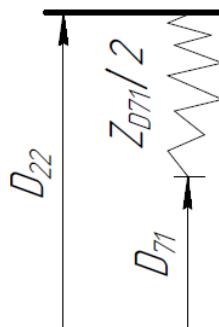


Рисунок 4- Размеры цепи

$$D_{71_{cp}} = 50 - \frac{0.025}{2} = 49,9875 \text{ мм}$$

$$Z_{D_{71_{cp}}} = Z_{D_{71_{min}}} + (TD_{22} + TD_{71}) \div 2 = 0,08 + (0,12 + 0) \div 2 = 0,14 \text{ мм}$$

$$D_{22_{cp}} = D_{71_{cp}} + Z_{D_{71_{cp}}} = 49,9875 + 0,14 = 50,1275 \text{ мм}$$

$$D_{22} = 50,13_{-0,12}$$

$$Z_{D_{71}} = D_{22} - D_{71} = 50,13_{-0,12} - 50_{-0,025} = 0,13^{+0,025}_{-0,12}$$

$$\frac{Z_{D_{71}}}{2} = 0,065^{+0,0125}_{-0,06}$$

Находим D_{32} (рисунок 5)

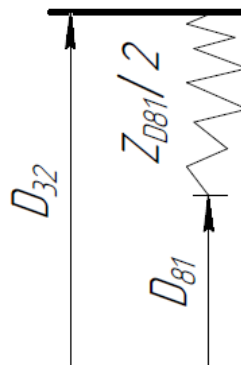


Рисунок 5- Размеры цепи

$$D_{81_{cp}} = 35 - \frac{0.025}{2} = 34,9875 \text{ мм}$$

$$Z_{D_{81_{cp}}} = Z_{D_{81_{min}}} + (TD_{32} + TD_{81}) \div 2 = 0,08 + (0,12 + 0) \div 2 = 0,14 \text{ мм}$$

$$D_{32_{cp}} = D_{81_{cp}} + Z_{D_{81_{cp}}} = 34,9875 + 0,14 = 35,1275 \text{ мм}$$

$$D_{32} = 35,13_{-0,12}$$

$$Z_{D_{81}} = D_{32} - D_{81} = 35,13_{-0,12} - 35_{-0,025} = 0,13^{+0,025}_{-0,12}$$

$$\frac{Z_{D_{81}}}{2} = 0,065^{+0,0125}_{-0,06}$$

Находим D_{33} (рисунок 6)

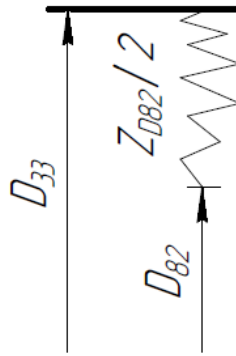


Рисунок 6- Размеры цепи

$$D_{82_{cp}} = 32 - \frac{0.025}{2} = 31,9875 \text{ мм}$$

$$Z_{D_{82_{cp}}} = Z_{D_{82_{min}}} + (TD_{33} + TD_{82}) \div 2 = 0,08 + (0,12 + 0) \div 2 = 0,14 \text{ мм}$$

$$D_{33_{cp}} = D_{82_{cp}} + Z_{D_{82_{cp}}} = 31,9875 + 0,14 = 32,1275 \text{ мм}$$

$$D_{33} = 32,13_{-0,12}$$

$$Z_{D_{82}} = D_{33} - D_{82} = 32,13_{-0,12} - 32_{-0,025} = 0,13_{-0,12}^{+0,025}$$

$$\frac{Z_{D_{82}}}{2} = 0,065_{-0,06}^{+0,0125}$$

Находим $Z_{D_{21}}$ (рисунок 7)

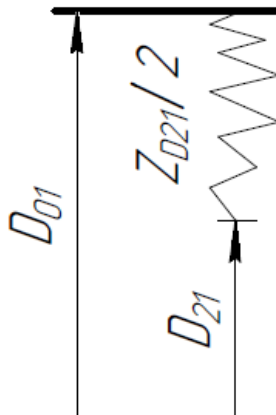


Рисунок 7- Размеры цепи

$$D_{21_{cp}} = 78 - \frac{0.74}{2} = 77,63 \text{ мм}$$

$$Z_{D_{21}_{cp}} = Z_{D_{21}_{min}} + (TD_{01} + TD_{21}) \div 2 = 0,66 + (1,8 + 0,12) \div 2 = 1,62 \text{ мм}$$

$$D_{01_{cp}} = D_{21_{cp}} + Z_{D_{21_{cp}}} = 79,25$$

$$D_{01} = 79,65^{+0,5}_{-1,3} \text{ Выбираем прокат } D=80 \text{ мм}$$

Следовательно $D_{01} = 80^{+0,5}_{-1,3}$

$$Z_{D_{21}} = D_{01} - D_{21} = 79,65^{+0,5}_{-1,3} - 78_{-0,74} = 1,65^{+1,24}_{-1,3}$$

$$\frac{Z_{D_{21}}}{2} = 0,825^{+0,62}_{-0,65}$$

1.7. Расчет припусков и диаметральных технологических размеров

Граф технологических размерных цепей вала испытательного стенда «СЭМ-2» на рисунке 8.

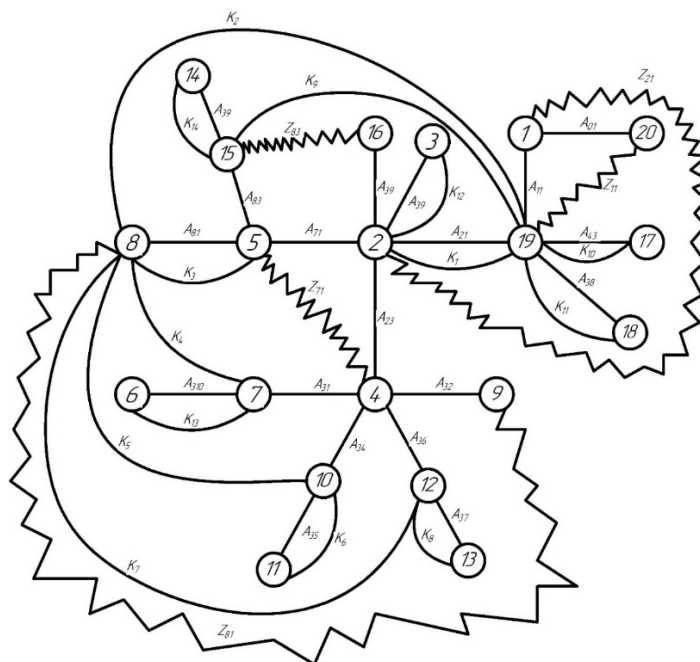


Рисунок 8- Граф технологических размерных цепей

Допуски на осевые технологические размеры определяются по формуле [2. стр. 38]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{и.i-1} + \varepsilon_{\sigma i} \quad (1.8)$$

Где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;
 ρ_{pi} - пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм;
 $\varepsilon_{\sigma i}$ - погрешность базирования, мм.

$$\begin{aligned} TA_{11} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,3 + 0 = 0,42 \text{ мм}; \\ TA_{12} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,11 + 0 = 0,23 \text{ мм}; \\ TA_{21} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,3 + 0 = 0,42 \text{ мм}; \\ TA_{22} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,11 + 0 = 0,23 \text{ мм}; \\ TA_{23} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,07 + 0 = 0,19 \text{ мм}; \\ TA_{24} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,02 + 0 = 0,14 \text{ мм}; \\ TA_{31} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,07 + 0 = 0,19 \text{ мм}; \\ TA_{32} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,02 + 0 = 0,14 \text{ мм}; \\ TA_{33} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,01 + 0 = 0,13 \text{ мм}; \\ TA_{34} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,01 + 0 = 0,13 \text{ мм}; \\ TA_{35} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,01 + 0 = 0,13 \text{ мм}; \\ TA_{36} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,01 + 0 = 0,13 \text{ мм}; \\ TA_{37} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,01 + 0 = 0,13 \text{ мм}; \\ TA_{38} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,01 + 0 = 0,13 \text{ мм}; \\ TA_{39} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,01 + 0 = 0,13 \text{ мм}; \\ TA_{310} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,01 + 0 = 0,13 \text{ мм}; \\ TA_{41} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,06 + 0,01 + 0 = 0,07 \text{ мм}; \\ TA_{42} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,01 + 0 = 0,13 \text{ мм}; \\ TA_{43} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0,12 + 0,01 + 0 = 0,13 \text{ мм}; \\ TA_{71} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0 + 0,02 + 0 = 0,02 \text{ мм}; \\ TA_{81} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0 + 0,01 + 0 = 0,01 \text{ мм}; \\ TA_{82} &= \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\sigma} = 0 + 0,01 + 0 = 0,01 \text{ мм}; \end{aligned}$$

$$TA_{83} = \omega_c + \rho_n + \varepsilon_\sigma = 0 + 0,01 + 0 = 0,01 \text{ мм};$$

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [2, стр. 60]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i \quad (1.9)$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_1

$$TK_1 = 1,00 \text{ мм} \geq TA_{21} = 0,42 \text{ мм}; \text{ Размер } K_1 \text{ выдерживается.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_2

$$TK_2 = 1,00 \text{ мм} \geq TA_{21} + TA_{71} + TA_{81} = 0,45 \text{ мм}; \quad \text{Размер } K_2$$

выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_3

$$TK_3 = 0,10 \text{ мм} \geq TA_{81} = 0,01 \text{ мм}; \text{ Размер } K_3 \text{ выдерживается.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_4

$$TK_4 = 0,52 \text{ мм} \geq TA_{31} + TA_{32} = 0,33 \text{ мм}; \text{ Размер } K_4 \text{ выдерживается.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_5

$$TK_5 = 0,52 \text{ мм} \geq \sqrt{TA_{22}^2 + TA_{35}^2 + TA_{71}^2 + TA_{81}^2} = 0,27 \text{ мм}; \text{ Размер } K_5$$

выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_6

$$TK_6 = 0,52 \text{ мм} \geq TA_{35} = 0,13 \text{ мм}; \text{ Размер } K_4 \text{ выдерживается.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_7

$$TK_7 = 0,04 \text{ мм} \geq TA_{82} = 0,01 \text{ мм}; \text{ Размер } K_7 \text{ выдерживается.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_8

$$TK_8 = 0,25 \text{ мм} \geq TA_{37} = 0,13 \text{ мм}; \text{ Размер } K_8 \text{ выдерживается.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_9

$$TK_9 = 0,74 \text{ мм} \geq TA_{21} + TA_{71} + TA_{83} = 0,45 \text{ мм}; \quad \text{Размер } K_9$$

выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{10}

$$TK_{10} = 0,74 \text{ мм} \geq TA_{43} = 0,13 \text{ мм}; \text{ Размер } K_{10} \text{ выдерживается.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{11}

$TK_{11} = 0,25 \text{ мм} \geq TA_{38} = 0,13 \text{ мм}$; Размер K_{11} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{12}

$TK_{12} = 0,25 \text{ мм} \geq TA_{24} = 0,14 \text{ мм}$; Размер K_{12} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{13}

$TK_{13} = 0,25 \text{ мм} \geq TA_{310} = 0,13 \text{ мм}$; Размер K_{13} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{14}

$TK_{14} = 0,25 \text{ мм} \geq TA_{39} = 0,13 \text{ мм}$; Размер K_{14} выдерживается.

Размер $K_1 = 165_{-1,0}$.

Размер $K_2 = 133_{-1,0}$.

Размер $K_3 = 27 \pm 0,05$.

Размер $K_4 = 20_{-0,52}$

Размер $K_5 = 20_{-0,52}$.

Размер $K_6 = 20_{-0,52}$.

Размер $K_7 = 59,8 \pm 0,02$

Размер $K_8 = 1,9_{-0,25}$.

Размер $K_9 = 58_{-0,74}$.

Размер $K_{10} = 56_{-0,74}$.

Размер $K_{11} = 1 \pm 0,02$.

Размер $K_{12} = 0,5 \pm 0,02$.

Размер $K_{13} = 0,5 \pm 0,02$.

Размер $K_{14} = 0,5 \pm 0,02$.

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [2, стр. 48]:

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (1.10)$$

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} + \rho_{p_{i-1}} \quad (1.11)$$

Где $\rho_{\phi_{i-1}}$ – погрешность формы обрабатываемой поверхности;

$\rho_{p_{i-1}}$ – погрешность расположения обрабатываемой поверхности.

Прокат горячекатаный обычной точности:

$$R=0,1\text{мм} \quad h=0,1\text{мм} \quad \rho=0,13\text{мм}$$

Шлифование чистовое:

$$R=0,01\text{мм} \quad h=0,02\text{мм} \quad \rho=0,01\text{мм}$$

Минимальный припуск на черновую подрезку торца:

$$Z_{11 \min} = Z_{21 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0,13 = 0,33 \text{ мм}$$

Минимальный припуск на чистовое шлифование торца:

$$Z_{71 \min} = Z_{81 \min} = Z_{83 \min} = 0,01 + 0,02 + 0,01 = 0,04$$

Найдём A_{23} (Рисунок 9)

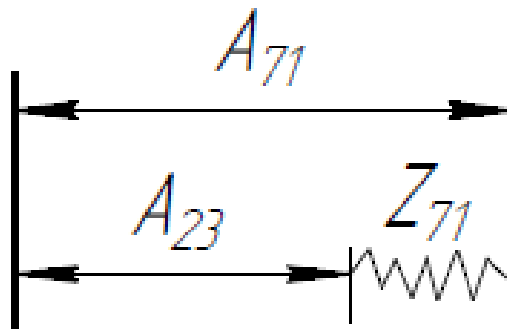


Рисунок 9- Размеры цепи

$$A_{71 \text{ ср}} = 5 - \frac{0,3}{2} = 4,85$$

$$Z_{71 \text{ ср}} = Z_{71 \min} + (TA_{23} + TA_{71}) \div 2 = 0,04 + (0,19 + 0,02) \div 2 = 0,145 \text{ мм}$$

$$A_{23 \text{ ср}} = A_{71 \text{ ср}} - Z_{71 \text{ ср}} = 4,85 - 0,145 = 4,705$$

$$A_{23} = 4,705 \pm 0,095$$

Определим фактическое значение припуска:

$$Z_{71} = A_{71} - A_{23} = 5_{-0,3} - 4,705 \pm 0,095 = 0,295_{-0,395}^{+0,095}$$

Найдём A_{32} (Рисунок 10)

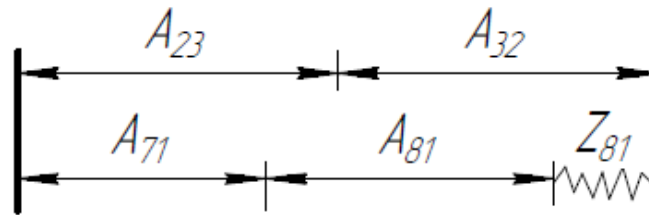


Рисунок 10- Размеры цепи

$$A_{81 \text{ ср}} = 27$$

$$\begin{aligned} Z_{81 \text{ ср}} &= Z_{81 \text{ min}} + (TA_{23} + TA_{32} + TA_{71} + TA_{81}) \div 2 \\ &= 0,04 + (0,19 + 0,14 + 0,02 + 0,01) \div 2 = 0,22 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$A_{32 \text{ ср}} = A_{71 \text{ ср}} + A_{81 \text{ ср}} + Z_{81 \text{ ср}} - A_{23 \text{ ср}} = 4,85 + 27 + 0,22 - 4,705 = 27,365$$

$$A_{32} = 27,365 \pm 0,14$$

Определим фактическое значение припуска:

$$\begin{aligned} Z_{81} &= A_{23} + A_{32} - A_{71} - A_{81} \\ &= 4,705 \pm 0,095 + 27,365 \pm 0,14 - 5_{-0,3} - 27 \pm 0,05 \\ &= 0,07^{+0,585}_{-0,285} \end{aligned}$$

Найдём A_{33} (Рисунок 11)

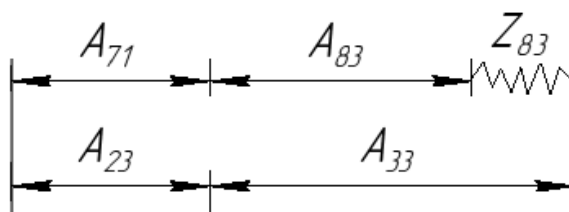


Рисунок 11- Размеры цепи

$$A_{83} = 102^{+0,74}_{-1,0}$$

$$A_{83 \text{ ср}} = 101,87$$

$$\begin{aligned} Z_{83 \text{ ср}} &= Z_{83 \text{ min}} + (TA_{23} + TA_{33} + TA_{71} + TA_{83}) \div 2 \\ &= 0,04 + (0,19 + 0,13 + 0,02 + 0,01) \div 2 = 0,215 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{33 \text{ ср}} &= A_{71 \text{ ср}} + A_{83 \text{ ср}} + Z_{83 \text{ ср}} - A_{23 \text{ ср}} = 4,85 + 101,87 + 0,215 - 4,705 \\ &= 102,23 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$A_{33} = 102,23 \pm 0,13$$

Определим фактическое значение припуска:

$$\begin{aligned} Z_{83} &= A_{23} + A_{33} - A_{71} - A_{83} \\ &= 4,705 \pm 0,095 + 102,23 \pm 0,13 - 5_{-0,3} - 102^{+0,74}_{-1,0} \\ &= 0,065^{+1,525}_{-0,965} \end{aligned}$$

Найдём A_{11} (Рисунок 12)

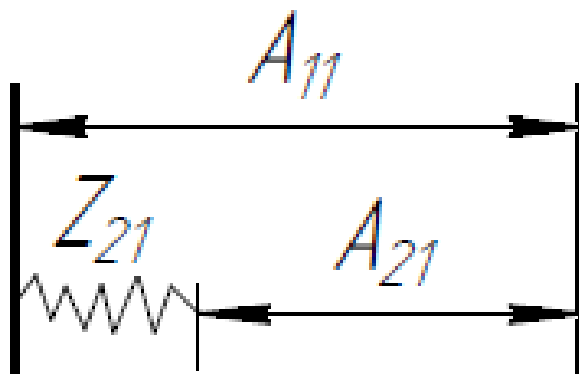


Рисунок 12- Размеры цепи

$$A_{21 \text{ ср}} = 165 - \frac{1}{2} = 164,5$$

$$Z_{21 \text{ ср}} = Z_{21 \text{ min}} + (TA_{11} + TA_{21}) \div 2 = 0,33 + (0,42 + 0,42) \div 2 = 0,75 \text{ мм}$$

$$A_{11 \text{ ср}} = A_{21 \text{ ср}} + Z_{21 \text{ ср}} = 164,5 + 0,75 = 165,25$$

$$A_{11} = 165,25 \pm 0,42$$

Определим фактическое значение припуска:

$$Z_{21} = A_{11} - A_{21} = 165,25 \pm 0,42 - 165_{-0,1} = 0,25^{+0,52}_{-0,42}$$

Найдём A_{01} (Рисунок 13)

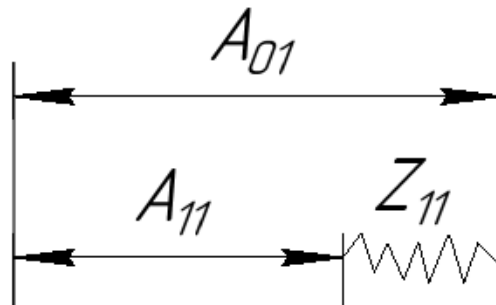


Рисунок 13- Размеры цепи

$$A_{11 \text{ ср}} = 165,25$$

$$Z_{11 \text{ ср}} = Z_{11 \text{ min}} + (TA_{01} + TA_{11}) \div 2 = 0,33 + (1,0 + 0,42) \div 2 = 1,04 \text{ мм}$$

$$A_{01 \text{ ср}} = A_{11 \text{ ср}} + Z_{11 \text{ ср}} = 165,25 + 1,04 = 166,29$$

$$A_{01} = 166,29 \pm 0,5$$

Определим фактическое значение припуска:

$$Z_{11} = A_{01} - A_{11} = 166,29 \pm 0,5 - 165,25 \pm 0,42 = 1,04 \pm 0,92$$

1.8. Расчет режимов резания

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1. глубина резания;
2. подача;
3. скорость резания.

Далее рассчитываются:

1. число оборотов;
2. фактическая скорость резания;
3. главная составляющая силы резания;
4. мощность резания;
5. мощность главного привода движения;
6. проверка по мощности.

Заготовительная операция 000: Отрезание (Переход A01, D01 отрезать заготовку)

1. Подача на зубьев по таблице: $s = 0,04 \dots 0,07 = 0,07 \text{ мм/зуб}$, $Z=30$
2. Скорость резания $V = 210 \text{ м/мин}$
3. Расчётное число оборотов шпинделя:
$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 210}{\pi \cdot 90} = 740 \text{ об/мин}$$
4. Период стойкости инструмента принимаем: $T=30 \text{ мин.}$
5. Минутная подача $S_m = 25 \text{ мм/мин}$

6. Ширина полотна $t=3...5=5\text{мм}$

Токарная операция 005: Точение и центровка поверхности

I. Точение поверхности (Переход A_{11})

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = Z_{11min} = 0,35 \text{ мм}$

Подача по таблице 11 [3, с.364] для данной глубины резания: $s = 1,0$
мм/об

Скорость резания определяется по формуле [3, с.363]:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v \quad (1.12)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: Определены по таблице 17 [3, с.367].

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45$$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv},$$

Где K_{Mv} — коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Пv}$ — коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Иv}$ — коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1, 5, 6 [3, с.358]:

$$K_{Mv} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (1.13)$$

Значение коэффициента K_Γ и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 40Х берем из таблицы 2 [3, с.359]:

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_r = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,75$;

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{650} \right)^1 = 1,15$$

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{Пv} = 0,9$;

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{Иv} = 1$.

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,04$$

Скорость резания, формула:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} s^{x_s} y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \times 0,35^{0,15} \times 1^{0,45}} \times 1,04 = 150,30 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 150,30}{\pi \cdot 90} = 532 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 532 об/мин.

2. Расчет силы и мощности резания

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z , P_y , P_x).

Рассчитываем главную составляющую силу P_z :

При наружном продольном точении [3, с. 371]:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad (1.14)$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 372]:

$$C_p=300 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad n=-0,15$$

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} \quad (1.15)$$

K_{mp} -определяется по формуле [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (1.16)$$

Где $\sigma_B=650$ Мпа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,90$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{\phi p}=1,08; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=1,0.$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,90 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,972$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,35^1 \times 1,0^{0,75} \times 150,3^{-0,15} \times 0,972 \\ = 481,18 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} \quad (1.17) \\ = \frac{481,18 \times 150,3}{1020 \times 60} = 1,18 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,18}{0,75} = 1,57 \text{ кВт}$$

II. Точение поверхности (Переход A_{12})

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = Z_{12min} = 0,35 \text{ мм}$

Подача по таблице 11 [3, с.364] для данной глубины резания: $s = 1,0$ мм/об

Скорость резания определяется по формуле [3, с.363]:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} s^x} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: Определены по таблице 17 [3, с.367].

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45$$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv},$$

Где K_{Mv} — коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого

материала;

$K_{Пv}$ — коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Иv}$ — коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1, 5, 6 [3, с.358]:

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 40Х берем из таблицы 2 [3, с.359]:

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,75$;

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{650} \right)^1 = 1,15$$

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{Пv} = 0,9$;

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{Иv} = 1$.

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,04$$

Скорость резания, формула:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} x_{sy}} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \times 0,35^{0,15} \times 1^{0,45}} \times 1,04 = 150,30 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 150,30}{\pi \cdot 78} = 613,36 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 613 об/мин.

2. Расчет силы и мощности резания

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z , P_y , P_x).

Рассчитываем главную составляющую силу P_z :

При наружном продольном точении:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 372]:

$$C_p=300 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad n=-0,15$$

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{mp} -определяется по формуле [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

Где $\sigma_B=650$ Мпа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{650}{750}\right)^{0,75} = 0,90$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{фp}=1,08; K_{yp}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=1,0.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,90 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,972$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,35^1 \times 1,0^{0,75} \times 150,3^{-0,15} \times 0,972 \\ = 481,18 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{481,18 \times 150,3}{1020 \times 60} = 1,18 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,18}{0,75} = 1,57 \text{ кВт}$$

III Центровка поверхности (Переход A_{13} D_{12})

1.Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

$$s=0,06; C_v=7 \quad q=0,4; x=0,2; y=0,5; m=0,2; T=15;$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{7 \cdot 3,15^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,06^{0,5}} \cdot 0,67 = 17,6 \text{ м / мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 17.6}{\pi \cdot 3.15} = 1779 \text{ об/мин.}$$

2. Расчет крутящий момент и мощности резания

Таблица 4- Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_p/C_m	q	y	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P
P_o	68	1	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84
M_{kp}	0.0345	2	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_o = 10C_P \times D^q \times S^y \times K_P = 10 \times 68 \times 3.15^1 \times 0,06^{0,7} \times 0,84 = 251 \text{ Н};$$

$$M_{kp} = 10C_M \times S^y \times S^y \times K_P = 10 \times 0.0345 \times 3.15^1 \times 0,06^{0,7} \times 0,84 = 0,13$$

Н.М

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750}$$

$$N = \frac{0.13 \cdot 1779}{9750} = 0.02 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.02}{0,75} = 0.03 \text{ кВт}$$

Токарная операция 010: Точение и центровка поверхности

I. Точение поверхности (Переход A_{22})

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = Z_{22min} = 0,28 \text{ мм}$

Подача по таблице 11 [3, с.364] для данной глубины резания: $s = 1,0$
мм/об

Скорость резания определяется по формуле [3, с.363]:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: Определены по таблице 17 [3, с.367].

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45$$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv},$$

Где K_{Mv} — коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Пv}$ — коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Иv}$ — коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1, 5, 6 [3, с.358]:

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}.$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 40Х берем из таблицы 2 [3, с.359]:

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,75$;

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{650} \right)^1 = 1,15$$

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{Пv} = 0,9$;

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{Иv} = 1$.

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,04$$

Скорость резания, формула:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \times 0,28^{0,15} \times 1^{0,45}} \times 1,04 = 155,41 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 155,41}{\pi \cdot 78} = 634,21 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 634 об/мин.

2. Расчет силы и мощности резания

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z , P_y , P_x).

Рассчитываем главную составляющую силу P_z :

При наружном продольном точении:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 372]:

$$C_p=300 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad n=0,15$$

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{mp} -определяется по формуле [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Где $\sigma_B=650$ Мпа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,90$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp}=1,08; K_{yp}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=1,0.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,90 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,972$$

Сила резания:

$$\begin{aligned} P_z &= 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,28^1 \times 1,0^{0,75} \times 155,41^{-0,15} \times 0,972 \\ &= 383,02 \text{ Н} \end{aligned}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{383,02 \times 155,41}{1020 \times 60} = 0,97 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,97}{0,75} = 1,29 \text{ кВт}$$

II. Точение поверхности (Переход A_{23})

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = Z_{23min} = 0,20 \text{ мм}$

Подача по таблице 11 [3, с.364] для данной глубины резания: $s = 0,8 \text{ мм/об}$

Скорость резания определяется по формуле [3, с.363]:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: Определены по таблице 17 [3, с.367].

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45$$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv},$$

Где

K_{Mv} — коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Пv}$ — коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Иv}$ — коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1, 5, 6 [3, с.358]:

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}.$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 40Х берем из таблицы 2 [3, с.359]:

По табл. 2 [3, с. 359]: $K_{\Gamma} = 1,0$;

По табл. 2 [3, с. 361]: $n_v = 1,75$;

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{650} \right)^1 = 1,15$$

По табл. 5 [3, с. 361]: $K_{ПV} = 0,9$;

По табл. 6 [3, с. 361]: $K_{ИV} = 1$.

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,04$$

Скорость резания, формула:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \times 0,20^{0,15} \times 0,8^{0,45}} \times 1,04 = 180,72 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 180,72}{\pi \cdot 50} = 1150,50 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 1150 об/мин.

2. Расчет силы и мощности резания

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z , P_y , P_x).

Рассчитываем главную составляющую силу P_z :

При наружном продольном точении:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 372]:

$$C_p=300 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad n=0,15$$

Коэффициент K_p определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp}$$

K_{mp} -определяется по формуле [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Где $\sigma_B=650$ Мпа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,90$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3, с. 374]:

$$K_{fp}=1,08; K_{yp}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{rp}=1,0.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,90 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,972$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_{pt}^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,20^1 \times 0,8^{0,75} \times 180,72^{-0,15} \times 0,972 = 226,25 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{226,25 \times 180,72}{1020 \times 60} = 0,67 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,67}{0,75} = 0,89 \text{ кВт}$$

III. Точение поверхности (Переход A_{24})

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,125$ мм. Подача $s = 0,8$ мм/об $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,125^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,04 = 193,93 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 193,93}{\pi \cdot 50} = 1235 \text{ об/мин.}$$

3. Расчет силы и мощности резания

Таблица 5- Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,08	1,0	1,0	1,0

$$P_z = 10C_{pt}^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,125^1 \times 0,8^{0,75} \times 193,93^{-0,15} \times 0,972 = 139,92 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{139,92 \times 193,93}{1020 \times 60} = 0,44 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,44}{0,75} = 0,59 \text{ кВт}$$

IV Центровка поверхности (Переход A_{26} D_{23})

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

$s=0,06$; $C_v=7$ $q=0,4$; $x=0,2$; $y=0,5$; $m=0,2$; $T=15$;

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{7 \cdot 3.15^{0.4}}{15^{0.2} \cdot 0.06^{0.5}} \cdot 0.67 = 17.6 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 17.6}{\pi \cdot 3.15} = 1779 \text{ об/мин.}$$

2. Расчет крутящий момент и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Таблица 6- Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_p/C_m	q	y	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P
P_o	68	1	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84
M_{kp}	0.0345	2	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_o = 10 C_p \times D^q \times S^y \times K_P = 10 \times 68 \times 3.15^1 \times 0.06^{0.7} \times 0.84 = 251 \text{ Н};$$

$$M_{kp} = 10 C_M \times S^y \times S^y \times K_P = 10 \times 0.0345 \times 3.15^1 \times 0.06^{0.7} \times 0.84 = 0,13$$

Н.М

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750}$$

$$N = \frac{0.13 \cdot 1779}{9750} = 0.02 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.02}{0,75} = 0.03 \text{ кВт}$$

Токарная операция 015: Точение

I. Точение поверхности (Переход A_{31})

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,28$ мм. Подача $s = 0,8$ мм/об $C_V = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,28^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,04 = 171,83 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 171,83}{\pi \cdot 46} = 1189 \text{ об/мин.}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Таблица 7- Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10 C_P t^x s^y V^n K_p = 10 \times 300 \times 0,28^1 \times 0,8^{0,75} \times 171,83^{-0,15} \times 0,972 = 319,15 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{319,15 \times 171,83}{1020 \times 60} = 0,90 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,90}{0,75} = 1,2 \text{ кВт}$$

II. Точение поверхности (Переход A_{32})

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,20$ мм. Подача $s = 0,4$ мм/об $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,20^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,04 = 233,31 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 233,31}{\pi \cdot 35} = 2122 \text{ об/мин.}$$

4. Расчет силы и мощности резания

Таблица 8- Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10 C_P t^x s^y V^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,4^{0,75} \times 233,31^{-0,15} \times 0,972 \\ = 129,47 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{129,47 \times 233,31}{1020 \times 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,49}{0,75} = 0,65 \text{ кВт}$$

III. Точение поверхности (Переход A_{33})

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,20$ мм. Подача $s = 0,4$ мм/об $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,20^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,04 = 233,31 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 233,31}{\pi \cdot 32} = 2321 \text{ об/мин.}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Таблица 9- Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10 C_P t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,4^{0,75} \times 233,31^{-0,15} \times 0,972 \\ = 129,47 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{129,47 \times 233,31}{1020 \times 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,49}{0,75} = 0,65 \text{ кВт}$$

IV. Точение поверхности (Переход A_{35})

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,20$ мм. Подача $s = 0,4$ мм/об $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,20^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,04 = 233,31 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 233,31}{\pi \cdot 34} = 2184 \text{ об/мин.}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Таблица 10- Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10 C_P t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,4^{0,75} \times 233,31^{-0,15} \times 0,972 \\ = 129,47 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{129,47 \times 233,31}{1020 \times 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,49}{0,75} = 0,65 \text{ кВт}$$

V. Точение поверхности (Переход A_{37})

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,20$ мм. Подача $s = 0,4$ мм/об $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,20^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,04 = 233,31 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 233,31}{\pi \cdot 33} = 2250 \text{ об/мин.}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Таблица 11- Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10 C_P t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,4^{0,75} \times 233,31^{-0,15} \times 0,972 \\ = 129,47 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{129,47 \times 233,31}{1020 \times 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,49}{0,75} = 0,65 \text{ кВт}$$

VI. Точение поверхности (Переход A_{38} A_{39} A_{310})

A_{38}

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,20$ мм. Подача $s = 0,4$ мм/об $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,20^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,04 = 233,31 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 233,31}{\pi \cdot 32} = 2321 \text{ об/мин.}$$

2.Расчет силы и мощности резания

Таблица 12- Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10C_P t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,4^{0,75} \times 233,31^{-0,15} \times 0,972 \\ = 129,47 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{129,47 \times 233,31}{1020 \times 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,49}{0,75} = 0,65 \text{ кВт}$$

A₃₉

1.Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,20$ мм. Подача $s = 0,4$ мм/об $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,20^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,04 = 233,31 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 233,31}{\pi \cdot 34,8} = 2134 \text{ об/мин.}$$

2.Расчет силы и мощности резания

Таблица 13- Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10C_P t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,4^{0,75} \times 233,31^{-0,15} \times 0,972 \\ = 129,47 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{129,47 \times 233,31}{1020 \times 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,49}{0,75} = 0,65 \text{ кВт}$$

A₃₁₀

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,2$ мм. Подача $s = 0,8$ мм/об $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,04 = 180,72 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 180,72}{\pi \cdot 78} = 737 \text{ об/мин.}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Таблица 14- Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10 C_P t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,8^{0,75} \times 180,72^{-0,15} \times 0,972 \\ = 226,25 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{226,25 \times 180,72}{1020 \times 60} = 0,67 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,67}{0,75} = 0,89 \text{ кВт}$$

Фрезерная операция 020: Фрезерование

Фрезеровать паза (Переход A_{43})

Характеристика режущего инструмента:

Шпоночная фреза $D_{\phi}=14\text{мм}$, $z = 16$, $B = 0,75 \text{ мм}$.

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$t = 5 \text{ мм}$ $B = 10 \text{ мм}$.

2. Определяем подачу на зуб фрезы:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб.}$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем:

$$T = 90 \text{ мин}$$

Значения коэффициентов:

$$C_v = 74; q = 0,25; x = 0,3; m = 0,2; y = 0,2; u = 0,2; p = 0,1$$

Коэффициент K_v определяется:

$$K_{MV} = 1,25; K_{PV} = 0,9; K_{IV} = 1,0.$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v = \frac{74 \cdot 35^{0,25}}{90^{0,2} \cdot 5^{0,3} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 0,75^{0,2} \cdot 16^{0,1}} \cdot 1,125$$
$$= 71,58 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 71,58}{\pi \cdot 35} = 351 \text{ об/мин}$$

Главная составляющая силы резания, окружная сила [3, с. 587]:

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{mp} \quad (1.18)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 261; x = 0,9; y = 0,8; u = 1,1; q = 1,1; w = 0,1$ – определены по таблице 42 [3, с.385].

По табл. 9 [3, с.362]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,3} = 0,96$$

Окружная сила, формула:

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{mp}$$
$$= \frac{10 \times 261 \times 5^{0,9} \times 0,06^{0,8} \times 0,75^{1,1} \times 16}{35^{1,1} \cdot 351^{0,1}} \cdot 0,96 = 145,95 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{145,95 \cdot 71,58}{1020 \cdot 60} = 0,17 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.17}{0.75} = 0.23 \text{ кВт.}$$

Сверлильная операция 025: Сверление

Подрезать порез (Переход D_{52})

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,5D_{51} = 2,75 \text{ мм}$. Подача $s = 0,15 \text{ мм/об}$

$C_v = 7,0$; $m = 0,2$; $y = 0,70$; $q = 0,40$ $T = 25 \text{ мин}$ [3, с. 381-385]

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{7 \times 5,5^{0,4}}{25^{0,2} \times 0,17^{0,7}} \times 1,04 = 26,14 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 26,14}{\pi \cdot 66} = 126,07 \text{ об/мин.}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Таблица 15- Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_o = 10C_P D^q s^y K_p = 10 \times 68 \times 5,5^1 \times 0,15^{0,7} \times 0,972 = 963,39 \text{ Н}$$

Мощность резания [3, с. 371]:

$$N = \frac{P_o \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{963,39 \times 26,14}{1020 \times 60} = 0,41 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,41}{0,75} = 0,55 \text{ кВт}$$

Кругло шлифовальная операция 035: Шлифование

I шлифовать поверхность (Переход A_{71} D_{71})

Диаметр $D=50$ мм

$C_N=1,3$ $r=0,75$ $V=20$ $t=0,2$ $X=0,85$ $Y=0,7$ $q=0,2$ $S=0,03$ м/мин $v=12,6$ м/мин

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 12,6}{\pi \cdot 50} = 80 \text{ об/мин}$$

$$N = C_N \cdot V^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 1,3 \times 12,6^{0,75} \cdot 0,2^{0,85} \cdot 0,03^{0,7} \times 50^{0,2} = 0,42 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя станка 0,6 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,42}{0,75} = 0,56 \text{ кВт.}$$

II шлифовать поверхность (Переход A_{82} D_{81})

Диаметр $D=35$ мм

$C_N=1,3$ $r=0,75$ $V=20$ $t=0,2$ $X=0,85$ $Y=0,7$ $q=0,2$ $S=0,03$ м/мин $v=12,6$ м/мин

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 12,6}{\pi \cdot 35} = 115 \text{ об/мин}$$

$$N = C_N \cdot V^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 1,3 \times 12,6^{0,75} \cdot 0,2^{0,85} \cdot 0,03^{0,7} \times 50^{0,2} = 0,42 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя станка 0,6 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,42}{0,75} = 0,56 \text{ кВт.}$$

III шлифовать поверхность (Переход $A_{83} D_{82}$)

Диаметр $D=35$ мм

$C_N=1,3$ $r=0,75$ $V=20$ $t=0,2$ $X=0,85$ $Y=0,7$ $q=0,2$ $S=0,03$ м/мин $v=12,6$ м/мин

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 12,6}{\pi \cdot 32} = 125 \text{ об/мин}$$

$$N = C_N \cdot V^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q = 1,3 \times 12,6^{0,75} \cdot 0,2^{0,85} \cdot 0,03^{0,7} \times 50^{0,2} = 0,42 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя станка 0,6 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,42}{0,75} = 0,56 \text{ кВт.}$$

1.9. Определение норм времени

1.9.1. Расчет основного времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, стр. 603]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.19)$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_v + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}} \quad (1.20)$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_v – величина врезания инструмента, мм;

l_{cx} – величина схода инструмента, мм;

Принимаем: $l_{cx} = l_{нд} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_b = \frac{t}{tg\varphi} \quad (1.21)$$

Где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.22)$$

1. первая операция:

переход 1: подрезать торец.

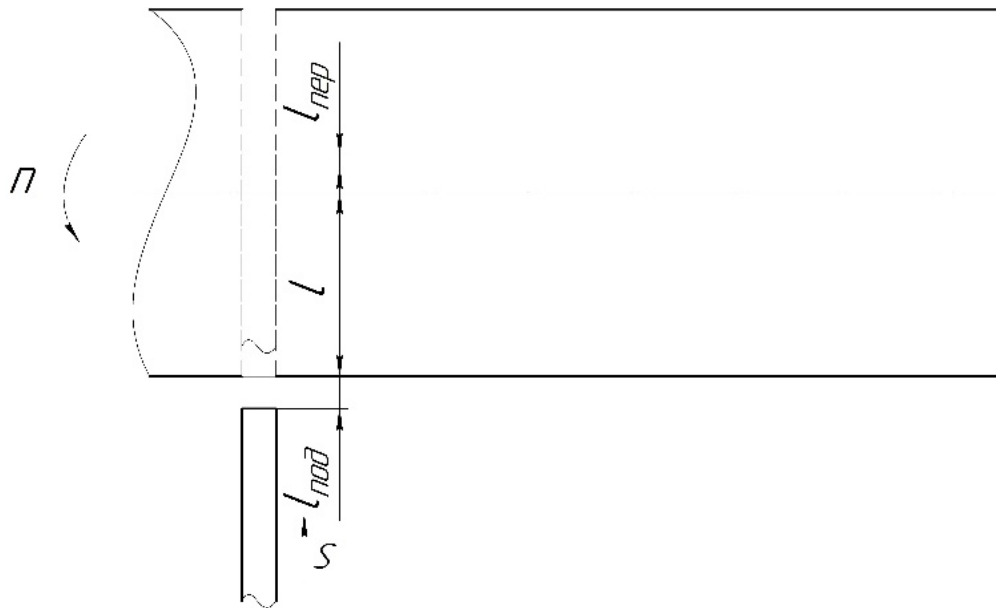


Рисунок 14- Подрезать торец

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(90 + \frac{5}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{740 \cdot 0,07} = 1,94 \text{ мин}$$

2. вторая операция:

переход 1: подрезать торец.

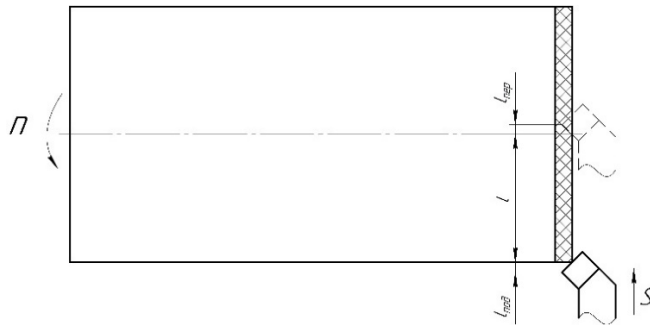


Рисунок 15- Подрезать торец

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(45 + \frac{0,35}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{532 \cdot 1} = 0,17 \text{ мин}$$

переход 2: точить поверхность.

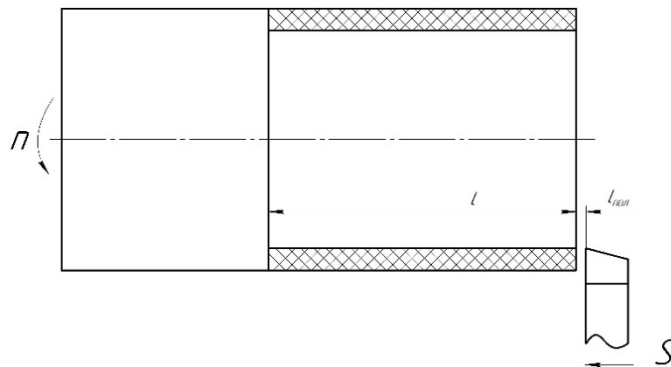


Рисунок 16- Точить поверхность

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(99 + \frac{0,35}{tg30^\circ} + 0 + 1\right) \cdot 15}{613 \cdot 1,0} = 2,46 \text{ мин}$$

переход 3: центровка поверхности.

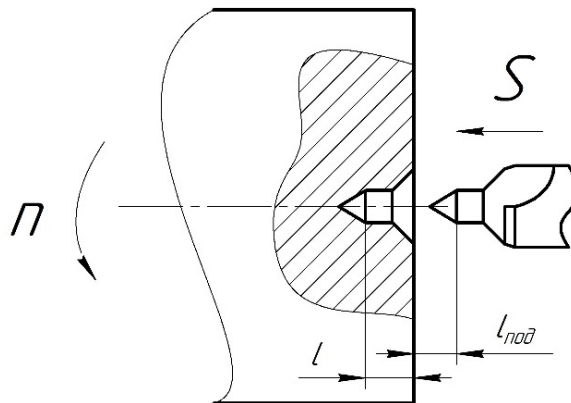


Рисунок 17- Центровка поверхности

$$T_o = \frac{(l + \frac{d_{12}}{2} \cdot \operatorname{ctg} \varphi + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(9 + \frac{6}{2} \cdot \operatorname{ctg} 59^\circ + 0 + 1) \cdot 1}{1779 \cdot 0,06} = 0,15 \text{ мин};$$

переход 4: точить поверхность.

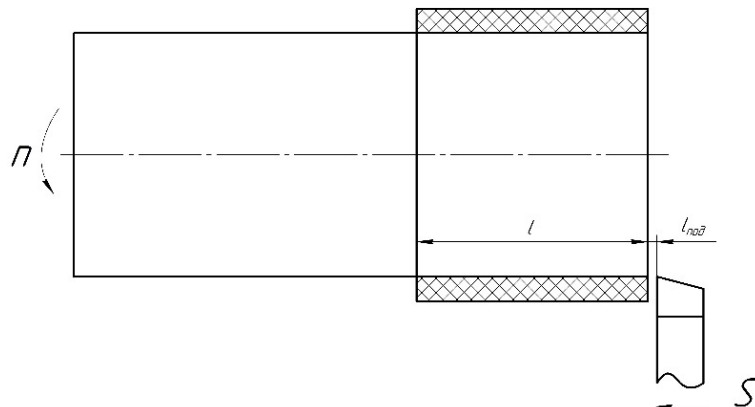


Рисунок 18- Точить поверхность

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(72 + \frac{0,28}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1) \cdot 18}{634 \cdot 1,0} = 2,12 \text{ мин}$$

переход 5: точить поверхность.

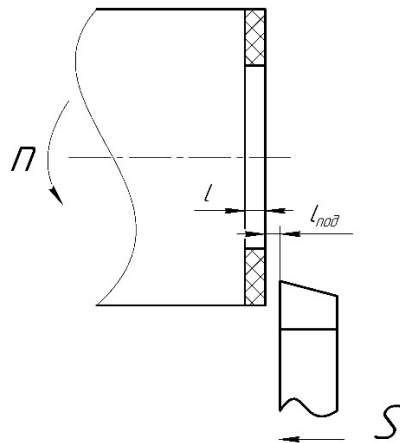


Рисунок 19- Точить поверхность

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(5 + \frac{0,20}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 70}{1150 \cdot 0,8} = 0,56 \text{ мин}$$

переход 6: точить фаску.

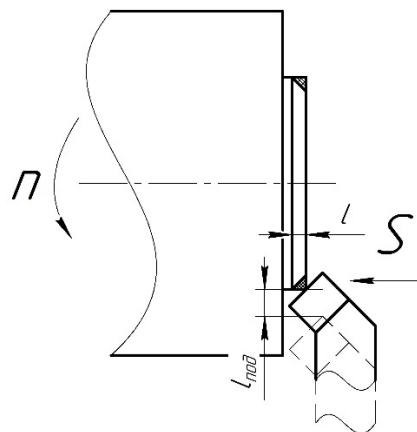


Рисунок 20- Точить фаску

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(0,5 + \frac{0,125}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 4}{1235 \cdot 0,8} = 0,01 \text{ мин}$$

переход 7: центровка поверхности.

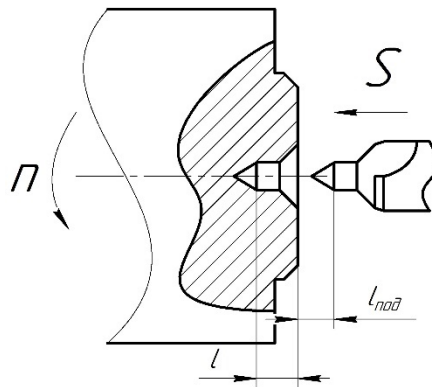


Рисунок 21- Центровка поверхности

$$T_{o1} = \frac{(l + \frac{d_{12}}{2} \cdot \operatorname{ctg} \varphi + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(9 + \frac{6}{2} \cdot \operatorname{ctg} 59^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{1779 \cdot 0,06} = 0,15 \text{ мин;}$$

переход 8: точить поверхность.

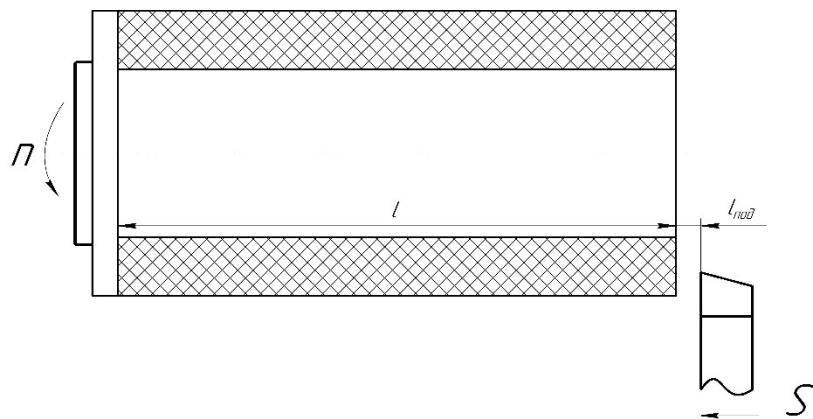


Рисунок 22- Точить поверхность

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(153 + \frac{0,28}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1) \cdot 64}{1189 \cdot 0,8} = 10,46 \text{ мин}$$

переход 9: точить поверхность.

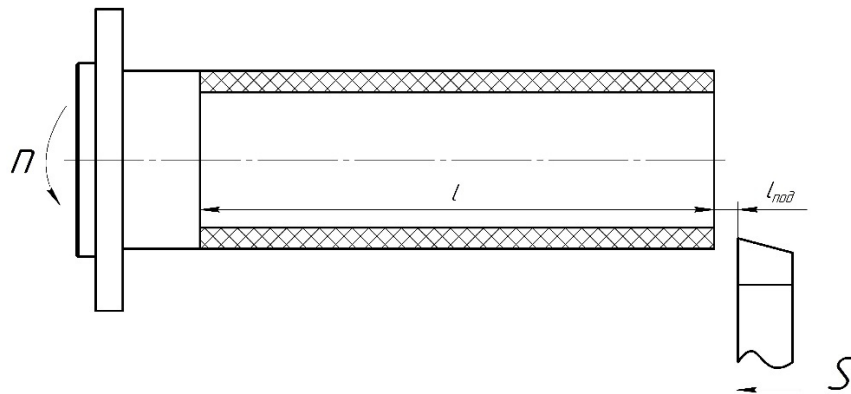


Рисунок 23- Точить поверхность

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{под}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(133 + \frac{0,20}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 28}{2122 \cdot 0,4} = 7,97 \text{ мин}$$

переход 10: точить поверхность.

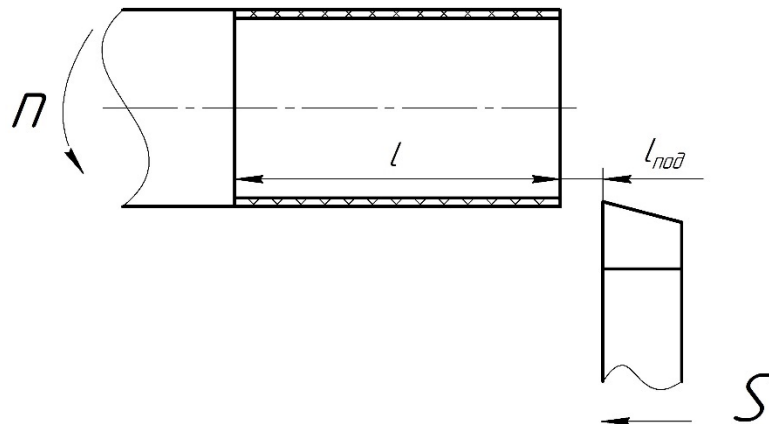


Рисунок 24- Точить поверхность

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{под}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(58 + \frac{0,20}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 8}{2321 \cdot 0,4} = 0,52 \text{ мин}$$

переход 11: точить поверхность.

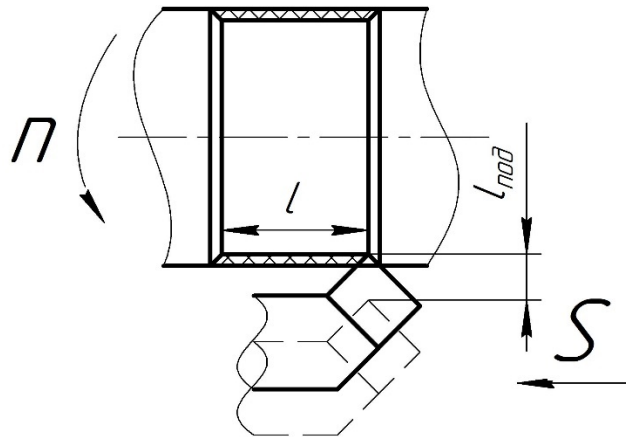


Рисунок 25- Точить поверхность

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(20 + \frac{0,20}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 3}{2184 \cdot 0,4} = 0,08 \text{ мин}$$

переход 12: точить поверхность.

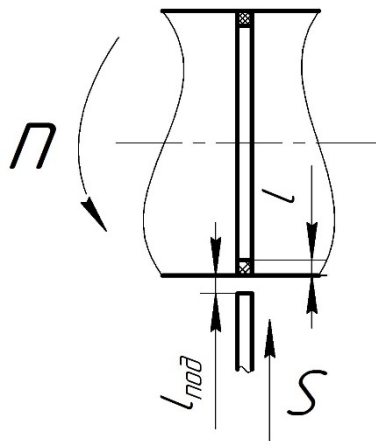


Рисунок 26- Точить поверхность

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1,9 + \frac{0,20}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 5}{2250 \cdot 0,4} = 0,02 \text{ мин}$$

переход 13: точить фаску.

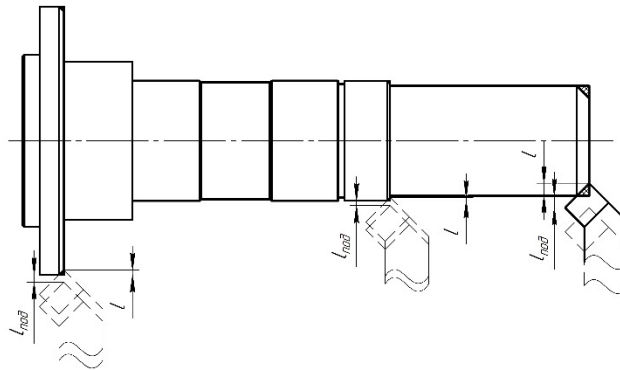


Рисунок 27- Точить фаску

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{под}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1 + \frac{0,20}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 5}{2321 \cdot 0,4} = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{под}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(0,5 + \frac{0,20}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 3}{2134 \cdot 0,4} = 0,01 \text{ мин}$$

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{под}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(0,5 + \frac{0,20}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 3}{737 \cdot 0,8} = 0,01 \text{ мин}$$

3. третья операция:

Фрезеровать поверхность.

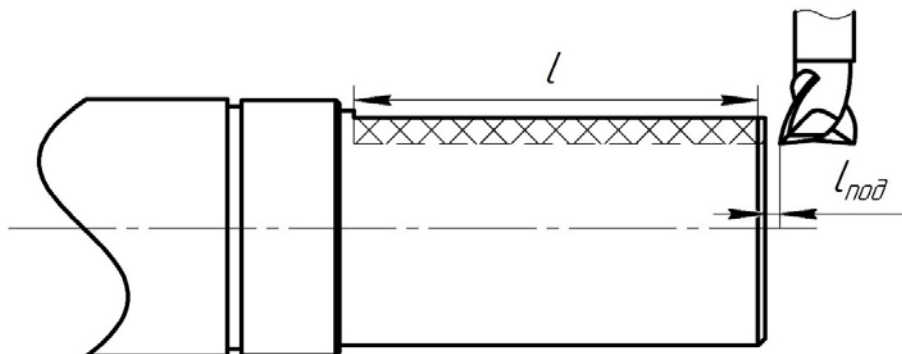


Рисунок 28- Фрезеровать поверхность

$$T_o = \frac{L_{об} \cdot i}{S_M} = \frac{\left(l + \sqrt{r_\phi^2 - (r_\phi - t)^2} + l_{cx} + l_{нд} \right) \cdot i}{n \cdot z \cdot S}$$

$$= \frac{(56 + \sqrt{7^2 - (7 - 5)^2} + 1 + 1) \times 1}{351 \times 16 \times 0,06} = 0,19 \text{ мин}$$

4.четвёртая операция:

Подрезать порез

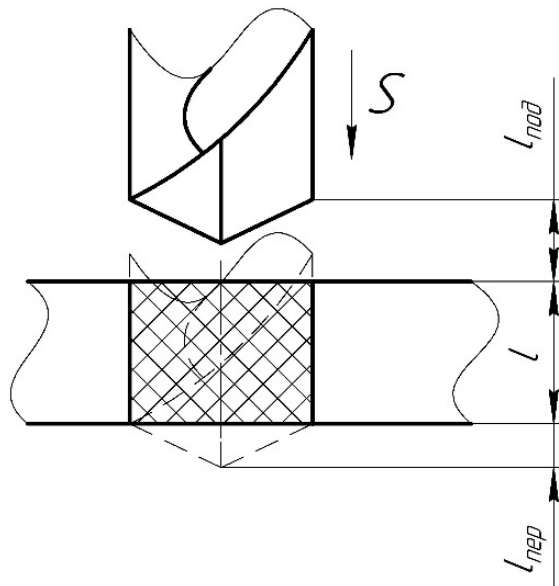


Рисунок 29- Подрезать порез

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{d_{12}}{2} \cdot ctg\varphi + l_{cx} + l_{нд} \right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(7 + \frac{5,5}{2} \cdot ctg59^\circ + 1 + 1 \right) \cdot 8}{126 \cdot 0,15}$$

$$= 5,63 \text{ мин;}$$

5.пятая операция:

Шлифовать поверхность

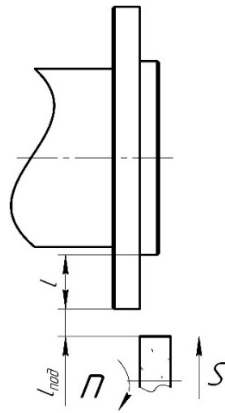


Рисунок 30- Шлифовать поверхность

$$T_0 = \frac{LK}{n_d S_B B_K Q} l \cdot i = \frac{4,5 \cdot 1,3}{80 \cdot 0,03 \cdot 32 \cdot 1} \cdot \frac{0,27}{1} \cdot 2 = 0,04 \text{ мин}$$

Шлифовать поверхность

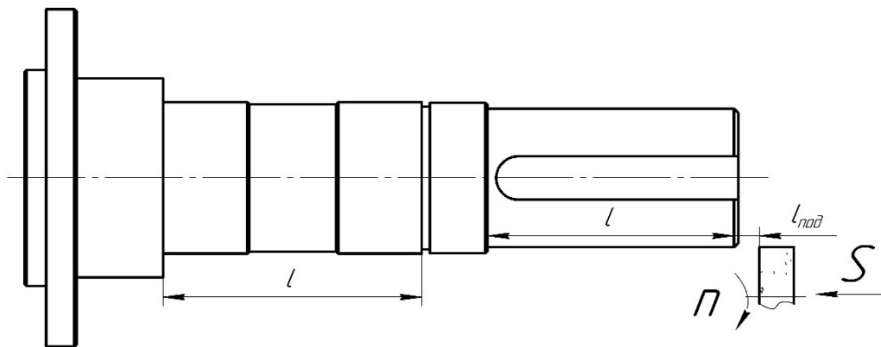


Рисунок 31-Шлифовать поверхность

$$T_0 = \frac{LK}{n_d S_B B_K Q} l \cdot i = \frac{38,8 \cdot 1,3}{115 \cdot 0,03 \cdot 32 \cdot 1} \cdot \frac{0,27}{1} \cdot 2 = 0,25 \text{ мин}$$

$$T_0 = \frac{LK}{n_d S_B B_K Q} l \cdot i = \frac{57 \cdot 1,3}{125 \cdot 0,03 \cdot 32 \cdot 1} \cdot \frac{0,27}{1} \cdot 2 = 0,33 \text{ мин}$$

1.9.2. Определение норм вспомогательного времени для каждой операции

Вспомогательное время определяем по формуле;

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} \quad (1.23)$$

Где $T_{\text{у.с.}}$ - время на установку и снятие детали;

$T_{\text{з.о.}}$ - время на закрепление и открепление детали;

$T_{\text{уп.}}$ - время на управление станком;

$T_{\text{изм.}}$ - время на измерение детали;

$T_{\text{всп}}$ - вспомогательное время,

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп.}} \quad (1.24)$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} \quad (1.25)$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{o.o.}} \quad (1.26)$$

Подготовительно заключительное время определяем Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) \quad (1.22)$$

Где $T_{\text{п.з.}}$ -Подготовительно заключительное время

n -количество деталей в настроечной партии, $n = 8000$ шт;

Для первой операции

$$T_o = 1,94 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,18 \text{ мин}; T_{\text{уп.}} = 0,25 \text{ мин}; T_{\text{изм.}} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,18 + 0,25 + 0,15 = 0,58 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 1,94 + 0,58 = 2,52 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 2,52 = 0,38 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{o.o.}} = 1,94 + 0,58 + 0,38 = 2,90 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 2,90 + \frac{13}{8000} \approx 2,90 \text{ мин};$$

Для второй операции

$$T_o = 24,71 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,5 \text{ мин}; T_{\text{уп.}} = 0,65 \text{ мин}; T_{\text{изм.}} = 0,3 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,2 + 0,65 + 0,3 = 1,15 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 24,71 + 1,15 = 25,86 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 25,86 = 3,88 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{o.o.}} = 24,71 + 1,15 + 3,88 = 29,74 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 29,74 + \frac{13}{8000} \approx 29,74 \text{ мин};$$

Для третьей операции

$$T_o = 0,19 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,04 \text{ мин}; T_{\text{уп.}} = 0,06 \text{ мин}; T_{\text{изм.}} = 0,03 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,04 + 0,06 + 0,03 = 0,13 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 0,19 + 0,13 = 0,32 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 0,32 = 0,05 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{o.o.}} = 0,19 + 0,13 + 0,05 = 0,37 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 0,37 + \frac{13}{11000} \approx 0,37 \text{ мин};$$

Для четвёртой операции

$$T_o = 5,63 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,25 \text{ мин}; T_{\text{уп.}} = 0,4 \text{ мин}; T_{\text{изм.}} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,25 + 0,4 + 0,15 = 0,8 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 5,63 + 0,8 = 6,43 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 6,43 = 0,96 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{o.o.}} = 5,63 + 0,8 + 0,96 = 7,39 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 7,39 + \frac{13}{8000} \approx 7,39 \text{ мин};$$

Для пятой операции

$$T_o = 0,62 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,15 \text{ мин}; T_{\text{уп.}} = 0,2 \text{ мин}; T_{\text{изм.}} = 0,1 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,15 + 0,2 + 0,1 = 0,45 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 0,62 + 0,45 = 1,07 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 1,07 = 0,16 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{o.o.}} = 0,62 + 0,45 + 0,16 = 1,23 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left(\frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 1,23 + \frac{13}{8000} \approx 1,23 \text{ мин};$$

1.10. Выбор средств технологического оснащения

Таблица 16- Станка ножовочного отрезной ON-280

Максимальный размер заготовки при резке под углом 90 град. мм	
Круг	280
Квадрат	250x250
Швеллер	210x280
При резке под углом 45 град. круг, мм	170
Мощность главного двигателя, кВт	1,5/2,2
Мощность двигателя системы охлаждения, кВт	0,18
Скорость резания (ступенчатое регулирование), м/мин	10/13/16/21/27/33
Размеры инструмента (ножовочного полотна), мм	450x40x2
Зажим материала	вручную
Емкость системы охлаждения, л	30
Габариты, мм	1490x740x1200
Масса ON-280 (ОН-280), кг	570

Таблица 17- Горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway серии GA-2000.

Вес, кг	3500
Диаметр патрона	8
Количество позиций в револьверной головке, шт	12 (10-опц.)
Максимальная длина точения, мм	До 624
Максимальный диаметр прутка, мм	До 51
Максимальный диаметр точения, мм	350
Мощность двигателя шпинделя (номинал / 30 мин.), кВт	11 / 15/ 18 (15 / 18,5 / 22 / опц.)
Повторяемость, мм	0.003
Система ЧПУ,	Fanuc 0i-TD (31i - опц.)
Скорость быстрого перемещения по оси X, м/мин	20
Скорость быстрого перемещения по оси Z, м/мин	24
Скорость вращения шпинделя, об/мин	48 / 4800
Тип направляющих,	Скольжения
Точность позиционирования, мм	0,005

Таблица 18- Горизонтально-фрезерный станок Модель 6K82Г.

Наименование параметров		6K82Г
Размеры рабочей поверхности стола, мм		320 x 1250
Наибольшее перемещение стола, мм	Продольное	850
	Поперечное	250
	Вертикальное	400
Ускоренное перемещение стола, мм/мин	Продольное	2900
	Поперечное	2300
	Вертикальное	765
Конус горизонтального шпинделя, ISO		50
Пределы частот вращения горизонтального шпинделя, мин -1		16...1600 20...2000*
Количество частот вращения горизонтального шпинделя		21

Продолжение таблицы 18

Габаритные размеры станка, мм	2135x1865x1695
Масса станка, кг	2360
Класс точности	H

Таблица 19- Вертикально-сверлильный станок Модель 2Н125

Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	25
Рабочая поверхность стола, мм	400×450
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	700
Вылет шпинделя, мм	250
Наибольший ход шпинделя, мм	200
Наибольшее вертикальное перемещение: -сверлильной головки, мм -стола, мм	170 270
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	45 – 2000
Число подач шпинделя	9
Подача шпинделя, мм/об	0,1 – 1,6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	2,2
Габаритные размеры:	915x785x2350
Масса, кг	880

Таблица 20- Станок Круглошлифовальный ОШ-600ФЗ.

Наименование параметров	Значение
Предельные размеры обрабатываемой поверхности: диаметр x длина, мм	10...300x870
Наибольшая величина подъема шлифуемого кулачка, мм	145
Наибольшая масса устанавливаемой заготовки, кг	25

Продолжение таблицы 20

Скорость установочных перемещений, м/мин: - шлифовальной бабки (продольная, (поперечная) - механизма непрерывной правки	5 0,8
Мощность привода главного движения, кВт	15
Размеры шлифовального круга, устанавливаемого на станке: D x dx h, мм	500x203x25
Габаритные размеры станка с приставным оборудованием: длина x ширина x высота, мм	4440x3800x2460
Масса, кг	6400

2. Конструкторский раздел

2.1. Анализ исходных данных

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73 [5, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 21.

Таблица 21- Техническое задание на проектирование специального приспособления

Раздел	Содержание раздела
<i>Наименование и область применения</i>	<i>Приспособление для установки и закрепления детали «оправка для шнеков» на горизонтально-фрезерный станке 6К82Г.</i>
<i>Основание для разработки</i>	<i>Разработка технологии изготовления вала испытательного стенда «СЭМ-2»</i>
<i>Цель и назначение разработки</i>	<i>Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «оправка для шнеков» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.</i>
<i>Технические (тактико-технические) требования</i>	<i>Тип производства – среднесерийный Программа выпуска - 8000 шт. в год. Входные данные о заготовке, поступающей на фрезерную операцию: диаметр заготовки 78_{-0,74} мм, длина 165_{-0,10} мм Ra = 6,5 мкм.</i>
<i>Документация, подлежащая разработке</i>	<i>Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.</i>

2.2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкции приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении указанием мест приложения силы зажима (Рисунок 32). Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (Рисунок 33).

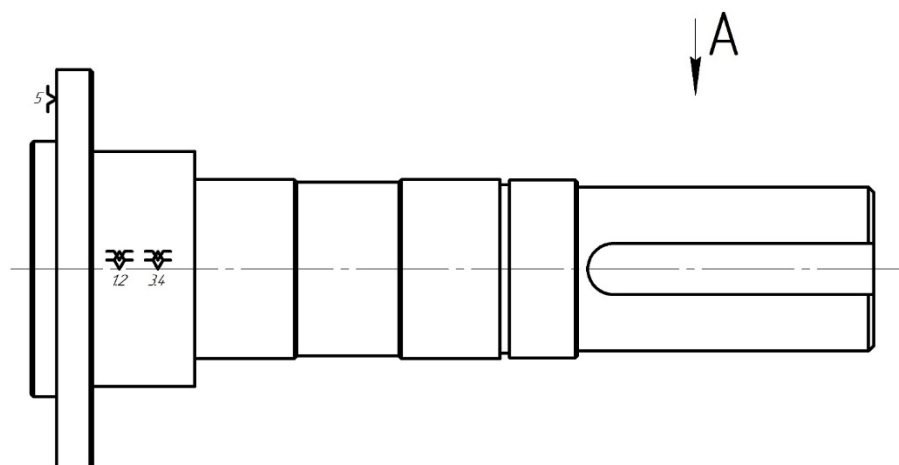


Рисунок 32- Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

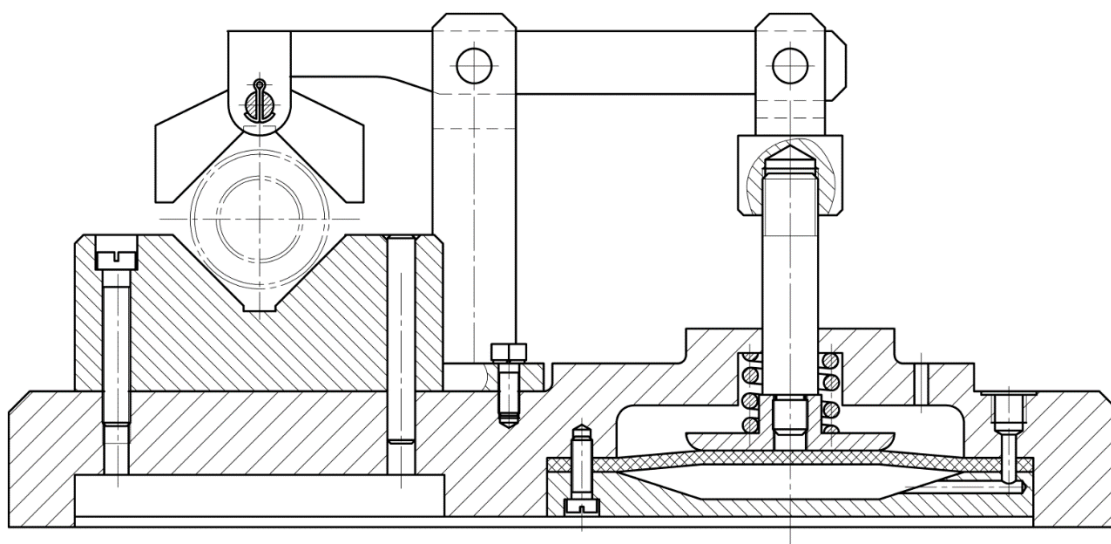


Рисунок 33- Компоновка (общий вид) приспособления показан на чертеже

2.3. Описание конструкции и работы приспособления

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «Оправка для шнеков» при ее обработке на вертикально фрезерном станке.

Компоновка приспособления приведена на Рисунке 34. Сборочный чертеж приспособления приведен на формате А1.

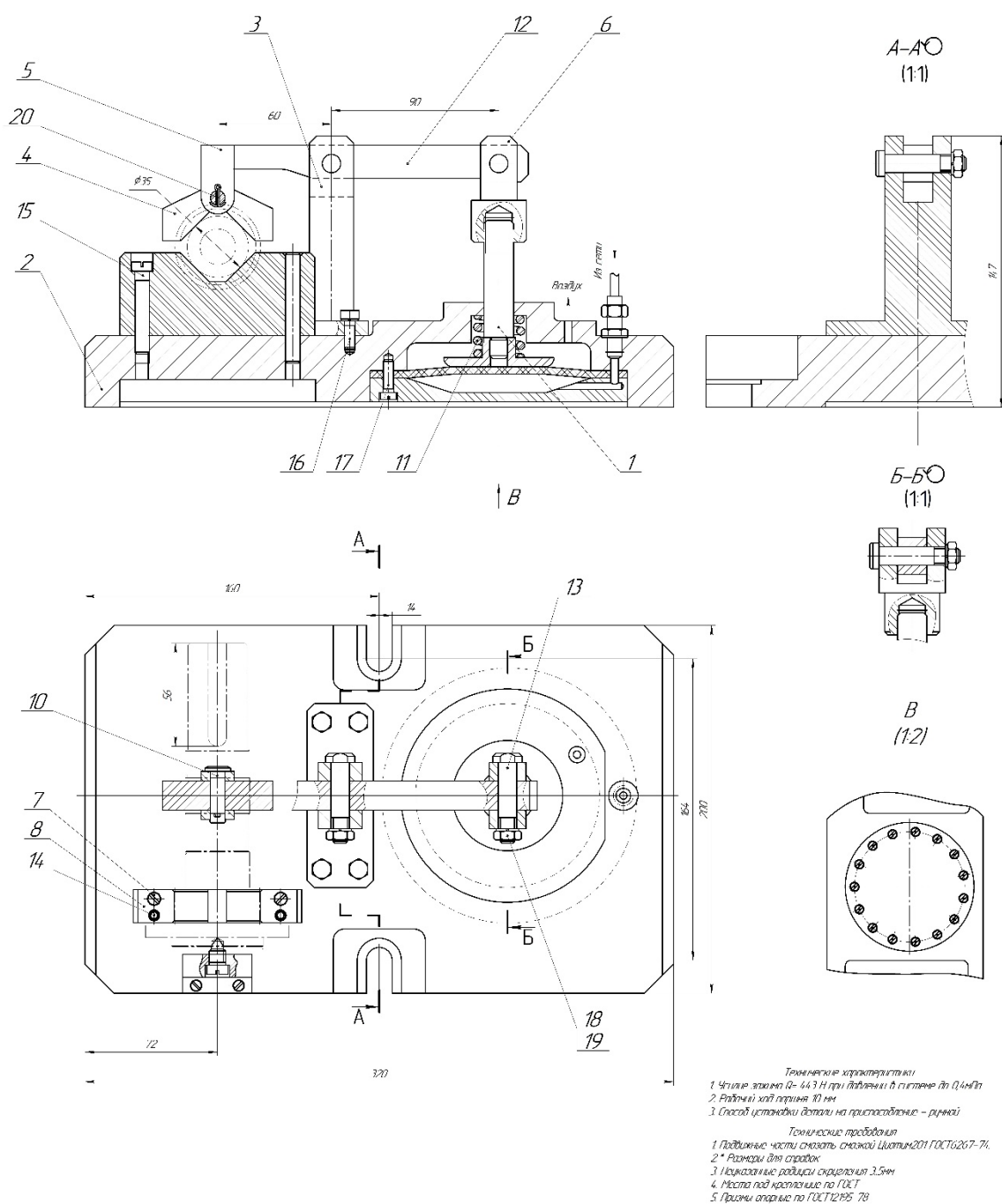
[illegible]

Рисунок 34- Сборочный чертеж приспособления приведен на формате А1

Основой приспособления служит корпус 2 в котором крепятся остальные элементы. Заготовка устанавливается на призме 7 и базируется в осевом направлении с помощью упор 8. Призматический прижим 4 служит для закрепления заготовки. Мембранный пневмотормоз 1-ом родством рычага 9, установлено на кронштейне 3, создает усилие закрепления заготовки. Приспособление крепится на рабочем столе станка с помощью Т-образных болтов.

2.4. Определение необходимой силы зажима

В качестве привода зажимного устройства применяем пневмоцилиндр двустороннего действия.

Пневматические приводы предназначены для обеспечения необходимых усилий и скоростей рабочих органов, экономичности, надежности и долговечности, безопасности и быстродействия при использовании сжатого воздуха с заданными параметрами и при заданных условиях эксплуатации.

Расчет сводится к определению диаметра цилиндра при заданных усилиях на штоке и давлении воздуха.

Для поршневых пневмоцилиндров [5, с.222]:

$$Q_{\text{расч}} = 0,785(D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta \quad (2.1)$$

Где $Q_{\text{расч}}$ – усилие на штоке;

D и d – диаметры мембраны и опорной шайбы, мм;

p – давление сжатого воздуха, МПа;

η – коэффициент полезного действия цилиндра, $\eta = 0,85 \dots 0,90$

Принимаем предварительно $D=100\text{мм}$, $d=35\text{мм}$ и $p=0,4\text{МПа}$.

Тогда усилие зажима на штоке:

$$Q = 0,785(100^2 - 35^2) \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 2342 \text{ Н}$$

Усилие разжима на штоке:

$$Q_{\text{расч}} = 0,785 \times 100^2 \times 0,4 \times 0,85 = 2669 \text{ Н}$$

Силь зажимающая заготовку:

$$W = \frac{Q}{k \cdot \operatorname{tg}(\varphi - \alpha) \cdot \eta} = \frac{2342}{1,4 \cdot \operatorname{tg}(25 - 9) \cdot 0,85} = 6863 \text{ Н}$$

Где φ – угол трения

k – коэффициент запаса.

α – угол конуса уанги.

Очевидно, что данного усилия хватит с избытком для надежного фиксирования детали. Окончательно принимаем диаметр поршня 100 мм.

Задачей данной работы являлась разработка и конструкторская проработка приспособления. Закрепили навыки нахождения конструктивных решений на поставленные задачи. Была проделана следующая работа: разработано техническое задание на проектирование специального станочного приспособления (таблица 2); разработана принципиальная схема и компоновка приспособления; расчет исполнительных размеров элементов приспособления; составлена расчетная схема и определена сила зажима; расчет точности приспособления.

С учетом того, что приспособление устанавливается на горизонтально-фрезерный станке 6K82Г, конструктивно проработали компоновку приспособления. Зажим осуществляем с помощью цангового зажима, имеющего пневмопривод.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
154A61	Ли Цзяси

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов.</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Анализ конкурентных технических решений (НИ).</i>	<i>Определение конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
<i>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ).</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.</i>
<i>3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ).</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>
<i>4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ).</i>	<i>Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности ИП 2. Матрица SWOT 3. Диаграмма Ганта 4. Бюджет НИ 5. Основные показатели эффективности НИ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.12.2019 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н		13.12.2019 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A61	Ли Цзяси		13.12.2019 г.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель данной ВКР –Разработка технологии изготовления вала испытательного стенда «СЭМ-2».

3.1. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта. (таблица 22)

Таблица 22- Оценка конкурентоспособности

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	5	2	2	0,1	0,06	0,04
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	2	4	0,7	0,4	0,6
3. Помехоустойчивость	0,01	2	1	1	0,02	0,01	0,01
4. Энергоэкономичность	0,01	5	3	2	0,05	0,03	0,01
5. Надежность	0,3	5	2	4	1,5	0,8	1,2
6. Уровень шума	0,01	1	1	2	0,01	0,01	0,02

Продолжение таблицы 22

7. Безопасность	0,1	4	5	3	0,6	0,5	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	2	2	0	0	0
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,01	5	5	5	0,04	0,05	0,05
10. Простота эксплуатации	0	5	4	4	0	0	0
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	2	0,3	0,2	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	4	2	2	0,12	0,08	0,04
3. Цена	0,05	4	2	3	0,12	0,03	0,06
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	2	2	0,3	0,3	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,04	4	3	2	0,16	0,12	0,05
6. Финансирование научной разработки	0,03	3	3	3	0,09	0,09	0,09
7. Срок выхода на рынок	0,01	1	2	2	0,02	0,02	0,02
8. Наличие сертификации разработки	0,04	5	4	2	0,2	0,16	0,07
Итого	1	68	51	48	4,33	2,86	2,98

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 68 \cdot 4,33 = 294,44$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 51 \cdot 2,86 = 145,86$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 48 \cdot 2,98 = 143,04$$

В ходе оценки конкурентоспособности проекта было выявлено, что проект уступает продукции некоторых конкурентов по техническим характеристикам (масса, обслуживание, цена, дизайн), но при этом имеет свои преимущества перед ними (частотный диапазон, время срабатывания). В целом проект имеет достаточно высокие показатели для успешной конкуренции с другими производителями виброустройств.

3.2. SWOT-анализ

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта как во внутренней, так и во внешней среде прибегают к составлению SWOT-матрицы (таблица 8.2.1).

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленная возможность и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 23.

Таблица 23- Матрица SWOT-анализа

Внешние факторы	Внутренние факторы		
		Сильные стороны проекта: 1. Наличие бюджетного финансирования. 2. Наличие опытного руководителя 3. Использование Современного оборудования 4. Наличие современного программного продукта 5. Актуальность проекта 6. Использование УП	Слабые стороны проекта: 1. Развитие новых технологий. 2. Высокая стоимость оборудования. 3. Отсутствие квалифицированного персонала.
	Возможности: 1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области 2. Повышение стоимости конкурентных разработок	- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением; - При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами	- Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование; - Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.
	Угрозы: 1. Появление новых технологий 2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.	Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.	Расширение области применения за счет развития новых технологий.

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории

уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

3.3. Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 24.

Таблица 24- Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР	Инженер Научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер

Продолжение таблицы 24

Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер Научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

3.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5},$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожіі}}{Чі},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожіі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Чі$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \times K_{kal}$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

K_{kal} – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$K_{kal.инж.} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 108 - 16} = 1,51$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 25.

Таблица 25- Временные показатели проведения научного исследования

Названи е работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}				Длительность работ в календарных днях T_{ki}					
	t_{\min} , чел-дни		t_{\max} , чел-дни		$t_{ож\ddot{и}}$, чел-дни											
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2										
1							2		3	4	5	6	7	8	9	
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана- графика							2		-	3	-	2, 8	-	2, 8	5	







Продолжение таблицы 25

2. Календарное планирование выполнения ВКР	2	6	4	5	1,8	3,4	5,2	17
3. Обзор научной литературы	-	3	-	8	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	8
5. Планирование эксперимента	1	6	4	10	2,8	6,8	9,6	21
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	12
7. Проведение эксперимента	-	10	-	20	-	17	17	30
8. Обработка полученных данных	-	15	-	15	-	12	12	30
9. Оценка правильности полученных результатов	1	6	2	10	2,8	3,8	6,6	19
10. Составление пояснительной записки		8		5	-	8,8	8,8	13
Итого:	6	62	13	85	13,5	68,5	79,2	106

Примечание: Исп. 1 – Научный руководитель, Исп. 2 –Инженер.



На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта.

Таблица 26- Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп.	T_{ki} кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4												
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4												
3	Обзор научной литературы	Исп2	11												
4	Выбор методов исследования	Исп2	6												
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7												
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9												

Продолжение таблицы 26

7	Проведение эксперимента	Исп2	25											
8	Обработка полученных данных	Исп2	18											
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5											
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13											

Примечание:  – Исп. 1 (научный руководитель),  – Исп. 2 (инженер)

3.4. Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

3.4.1. Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, покупные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п.

Таблица 27- Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы $З_m$, руб.
Краска для принтера	шт.	1	600	600
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	200	400
Спец. материалы	шт.	5	350	1750
Внутренний микром	шт.	5	1600	8000
Итого, руб.				10750

В сумме материальные затраты составили 10750 рублей. Цены взяты средние по городу Томску.

3.4.2. Расчет амортизации специального оборудования

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ПЭВМ - Asus. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 28- Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	ПЭВМ	1	3	30	30
Итого		30 тыс. руб.			

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m,$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 30000}{12} \cdot 3 = 2475 \text{ руб.}$$

3.4.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $З_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (3.7)$$

где $З_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_o} = \frac{51675 \cdot 10,3}{246} = 2163,6 \text{ руб.}, \quad (3.8)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.; F_o – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{35100 \cdot 11,2}{213} = 1845,6 \text{ руб.} \quad (4.9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_{\text{р}} = 26500 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51675 \text{ руб} \quad (4.10)$$

– для инженера:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_{\text{р}} = 18000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 35100 \text{ руб.}, \quad (4.11)$$

где $Z_{\text{мс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 29- Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52/14	104/14
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48/5	24/10
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 30- Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{\text{мс}}, \text{руб}$	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}, \text{руб}$	$Z_{\text{дн}}, \text{руб}$	$T_{\text{р}}, \text{раб.дн.}$	$Z_{\text{осн}}, \text{руб}$
Руководитель	26500	0,3	0,2	1,3	51675	2163,6	13,5	29208,6
Инженер	18000	0,3	0,2	1,3	35100	1845,6	68,5	126423,6
Итого:								155632,2

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 29208,6 = 4381,3 \text{ руб.} \quad (3.12)$$

– для инженера:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 126423,6 = 18963,5 \text{ руб.}, \quad (3.13)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

3.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{доп} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (29208,6 + 4381,3) = 10077 \text{ руб.} \quad (3.14)$$

– для инженера:

$$З_{доп} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (126423,6 + 18963,5) = 43616,1 \text{ руб.} \quad (3.15)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

3.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{нр} \quad (3.16)$$

Где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

3.4.6 Бюджетная стоимость НИР

Таблица 31- Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Статьи							
1	2	3	4	5	6	7	8
Сырье, материалы	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Бюджетная стоимость
10750	2475	155632,2	24901,15 2	54160,0	247918,3 6	39666,94	287585,3 0

3.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности.

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 32- Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Удобство эксплуатации	0,3	5
2. Легкость обслуживания	0,2	4
3. Долговечность	0,2	4

Продолжение таблицы 32

4. Энергоэкономичность	0,15	4
5. Материалоемкость	0,15	5
Итого	1	4,45

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,45.$$

Выводы:

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны; возможности и угрозы реализации.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта.

По итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 106 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил **287585,30** руб.

Показатель ресурсоэффективность по пятибалльной шкале $I_p = 4,45$, что говорит об эффективной реализации проекта.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
154A61	Ли Цзяси

ШКОЛА	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Тема дипломной работы: «...»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования

- вещество,
- материал,
- прибор,
- алгоритм,
- методика,
- рабочая зона

и области его применения.

Объектом исследования является участок цеха, а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты:
 - сначала – коллективной защиты,
 - затем – индивидуальные защитные средства.

1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

К числу **вредных факторов** на рабочем месте следует отнести:

- присутствие не оптимальных метеоусловий на рабочем месте,
- периодическую запыленность воздуха,
- вероятность выброса токсичных веществ в атмосферу,
- периодическое несоответствие освещенности рабочего места (при этом требуется провести расчет освещения на рабочем месте с рисунком (размеры в системе СИ)),
- наличие электромагнитных и радиационных излучений, шум от вентиляции.

К числу **опасных факторов** следует отнести:

- наличие электроисточников,
- котлонадзорного оборудования,
- оборудования с повышенной температурой поверхности,
- присутствие механического оборудования,
- горючих материалов,
- тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности.

Для всех случаев вредных и опасных факторов на рабочем месте указаны ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений:

- перечислены средства коллективной и индивидуальной защиты;
- приведены классы электроопасности помещений, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления,
- категории пожароопасности помещения,

	<ul style="list-style-type: none"> • марки огнетушителей, их назначение.
2. Экологическая безопасность: <ul style="list-style-type: none"> • защита селитебной зоны • анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); • анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); • анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); • разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов.</p> <p>Наличие радиоактивных отходов также требует разработки их утилизации.</p>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> • перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; • выбор наиболее типичной ЧС; • разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; • разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Рассмотрены 2 ситуации ЧС:</p> <p>1) природная – сильные морозы зимой;</p> <p>2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии).</p> <p>Предусмотрены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.</p>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> • специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; • организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Приведены:</p> <ul style="list-style-type: none"> • перечень НТД, используемых в данном разделе, • схема эвакуации при пожаре, • схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.12.2019 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин А.И.	д.т.н.		13.12.2019 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А61	Ли Цзяси		13.12.2019 г.

ВВЕДЕНИЕ

Описание рабочего места

В данной работе рассмотрен производственный цех и находящееся оборудование.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как производственный цех находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз, что характерно для Сибири. Так же одной из возможных ЧС может быть отключение электропитания.

4.1. Производственная безопасность

4.1.1 Анализ условий труда на рабочем месте

Рабочее место располагается на 1 этаже в цеху, помещение представляет собой комнату размером 6 м на 9 м, высотой 3,5 м, окно выходящих на север, в помещении находится (3 единиц технологического оборудования, 5 людей). Остальное при анализе по разделам.

К числу вредных факторов следует отнести:

- присутствие некомфортных метеоусловий;
- присутствие вредных веществ;
- присутствие производственного шума;

- недостаточной освещенности;
- электромагнитного загрязнения.

4.1.2. Анализ показателей шума и вибрации

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ:

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;
- использование специальных материалов, например, мягкие материалы для изоляции. Их основу составляет вата, стекловата, войлок либо джут. Коэффициент поглощения – 70 %.

СИЗ:

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

4.1.3. Анализ показателей микроклимата

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

1. температура воздуха;
2. относительная влажность воздуха;
3. скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.1.1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 32.

Таблица 33- Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

4.1.4. Анализ освещенности рабочей зоны

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Для общего освещения, как правило, применяются газоразрядные лампы как энергетически более экономичные и обладающие большим сроком службы. Наиболее распространёнными являются люминесцентные лампы. Которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ: по спектральному составу они близки к дневному, естественному свету; обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания); обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания); более длительный срок службы [ГОСТ 6825-91].

Освещенность рабочего стола должна быть не менее 300÷500 лк [по СанПиН 23-05-95], что может достигаться установкой местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране, для этого необходимо ограничить отраженную блёскость на рабочих поверхностях

(экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м². Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

Рассчитаем искусственное освещение в помещении.

Проектирование искусственного освещения рабочего места будет сводиться к следующему:

- выбор системы освещения,
- определение необходимого числа светильников
- определение типа и размещения светильников.

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами принципиальная схема в рисунке 35, м:

H – высота помещения = 4;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес) = 0,5;

$h_n = H - h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса = 3,5;

h_p – высота рабочей поверхности над полом = 0,8;

$h = h_n - h_p$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью = $3,5 - 0,8 = 2,7$

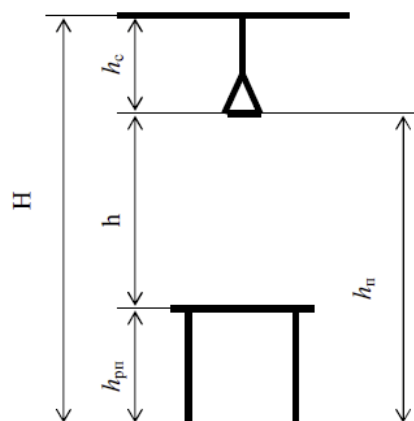


Рисунок 35- Принципиальная схема

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Приняв величину свеса светильника $h=2,7$ м и $\lambda=1,4$ (для ОД), определим расстояние между светильниками L :

$$L = \lambda \cdot h = 2,7 \times 1,4 = 3,78 \text{ м}$$

Необходимо изобразить в масштабе в соответствии с исходными данными план помещения, указать на нём расположение светильников и определить их число.

Расстояние I от крайних светильников или рядов до стены:

$$\frac{L}{3} = \frac{3,78}{3} = 1,26 \text{ м}$$

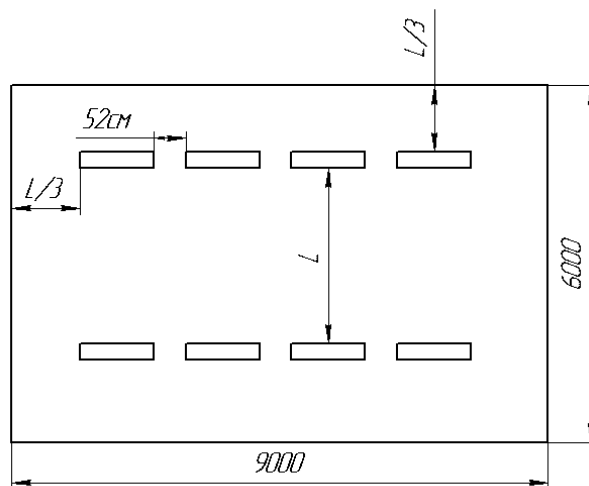


Рис. 36. Схема размещения светильников

Размещаем светильники в два ряда. В одном ряду можно установить 4 светильника типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составит 52 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения в нем светильников (рис.2). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $n = 8 \cdot 1 \cdot 2$ ламп.

Индекс помещения определяется по формуле $i = \frac{S}{h \cdot (A+B)}$

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{6 \times 9}{2,7 \times (6 + 9)} = 1,3$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока:
 $\eta = 0,53$.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\hat{O} = \frac{E_i \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \eta}$$

Где:

E_i - нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

S - площадь освещаемого помещения, м²;

K_z - коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), (наличие в атмосфере цеха дыма, пыли);

Z - коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{\text{ср}}/E_{\text{min}}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

n - число светильников;

η - коэффициент использования светового потока (Определяем по таблице)

Определим потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{300 \times 54 \times 1,5 \times 1,1}{16 \times 0,54} = \frac{24255}{5,76} \approx 3094 \text{ Лм}$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по таблице выбирается стандартная ближайшая лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток светильника выходит за пределы диапазона (-10 ÷ +20%), то корректируется число светильников n либо высота подвеса светильников.

Выбираем стандартную ближайшую лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{2850 - 3094}{3094} \times 100\% \leq +20\%$$

Получаем

$$-10\% \leq -8,5\% \leq +20\%$$

Необходимый поток светильника не выходит за пределы диапазона, то корректировать число светильников и либо высоту подвеса светильников нет необходимости.

Определим электрическую мощность осветительной установки:

$$P = \omega \cdot S = 40 \times 54 = 2160 \text{ Вт}$$

Тогда мощность каждой лампы:

$$P_{\text{л}} = \frac{P}{n} = \frac{2160}{16} = 135 \text{ Вт}$$

Определим электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 16 \times 40 = 640 \text{ Вт}$$

4.1.5. Анализ электробезопасности

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Классификация помещений по опасности поражения электрическим током (ПУЭ):

1. Категория помещения: особо опасные помещения. Присутствует один из следующих признаков:

- постоянно 100 % влажность (особо сырое помещение);
- наличие химически активной среды;
- либо: наличие более 2 факторов помещения повышенной опасности.

Категория помещения: Помещения повышенной опасности поражения электрическим током. Присутствует один из следующих факторов:

- повышенная температура воздуха ($t = + 35\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- повышенная влажность ($> 75\%$);
- наличие токопроводящей пыли;
- наличие токопроводящих полов;
- возможности прикосновения одновременно и к электроустановке, и к заземлению или к двум электроустановкам одновременно.

3. Категория помещения: мало опасные помещения. Отсутствуют признаки и факторы, характерные для двух предыдущих классов.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

- изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- установки защитного заземления;
- наличие общего рубильника;
- своевременный осмотр технического оборудования, изоляции;
- использование разделительных трансформаторов.

Безопасные номиналы: $U = 12-36\text{В}$, $I = 0,1\text{ А}$, $R_{\text{зз}} = 4\text{ Ом}$

4.1.6 Анализ пожарной безопасности

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории Ан, Бн, Вн, Гн и Дн.

Согласно НПБ 105-03 производственный цех относится к категории В2 - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы,

способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара из-за электрического и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- 1) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- 2) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

1. использование только исправного оборудования;
2. проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
3. отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
4. курение в строго отведенном месте;
5. содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В рабочих мест на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Карта эвакуации зданий на рисунке 37.

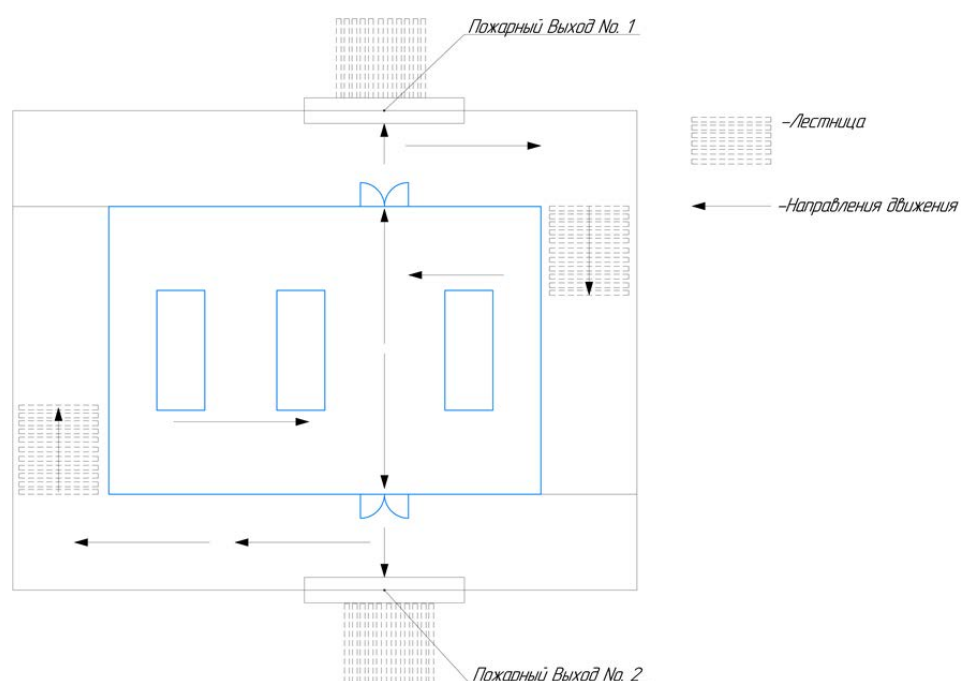


Рисунок 37. План эвакуации из помещения

4.2. Экологическая безопасность

Фабрики должны держаться подальше от селитебной зоны.

Механическая обработка металлов на станках сопровождается образованием: металлической стружки, отработанной смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), пыли. Пары эмульсии и пыль через вентиляционную систему поступают из помещений в атмосферу. Помимо этого, имеется и промышленный мусор. Загрязнение гидросферы металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, которые наблюдают за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

В производственном цехе необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для стружки, стекла, металлических частей, пластика.

Фильтрация смазочно-охлаждающей жидкости будет производиться путем установки самоочищающегося барабанного фильтра (для очистки СОЖ, чистого масла и водных эмульсий, от магнитных и немагнитных частиц).

Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как, впрочем, и само стекло, и цоколи.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом, в данном городе отсутствуют. Возможными ЧС на

объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия. Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозив труб должны быть предусмотрены запасные газовые обогреватели с катализаторами. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. В случае обрыва линий электропередач должны быть предусмотрены электрогенераторы, которые и будем использовать для электрообогревателей и другого вида оборудования. Нужно иметь запасы воды для сотрудников и для технических нужд. Заключить договоры с транспортными компаниями, что переложит ответственность в случае ЧС на них. Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности. Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

4.4. Выводы по разделу

В этом разделе «Социальная ответственность» анализируем некоторые факторы в производственном цехе, рассматриваем возможные опасности и принимаем превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы цеха.

Заключение

Мы, выполнив следующие задачи: выбор заготовок, рациональных способов обработки, оборудования и режущих инструментов, составление технологических анализов, расчеты режимов резьбы и нормального изготовления деталей, проектирование приспособлений и технологической оснастки для выполнения каждой операции, разработка вопросов финансового менеджмента и обеспечения безопасности работы.

Мы успешно завершили следующие основные разделы:

1. Технологический;
2. Конструкторский;
3. Финансового менеджмента, ресурсоэффективность и ресурсосбережения;
4. Социальной ответственности.

В выпускной квалификационной работе решается задача по разработки технологии изготовления вала испытательного стенда «СЭМ-2».

Список литературы

1. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ОООИД «Альянс», 2015.–256с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского и А.Г. Сулова. Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 1986. 656 с., илл
5. Ансеров М. А., Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции – Л.: «МАШГИЗ», 1960, 638 с.

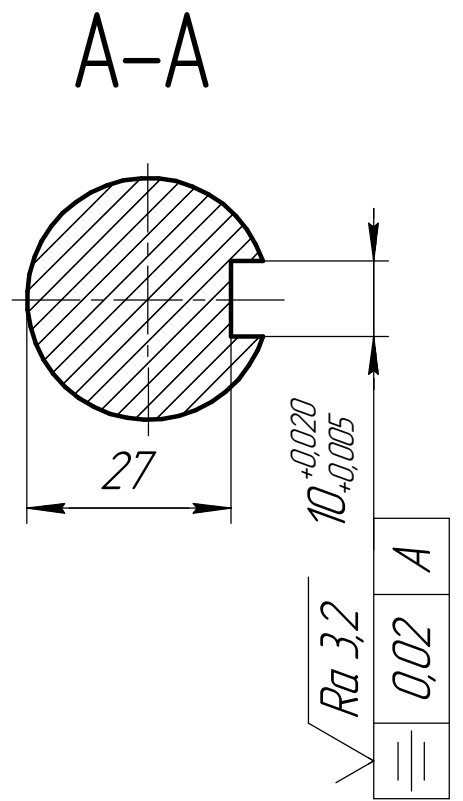
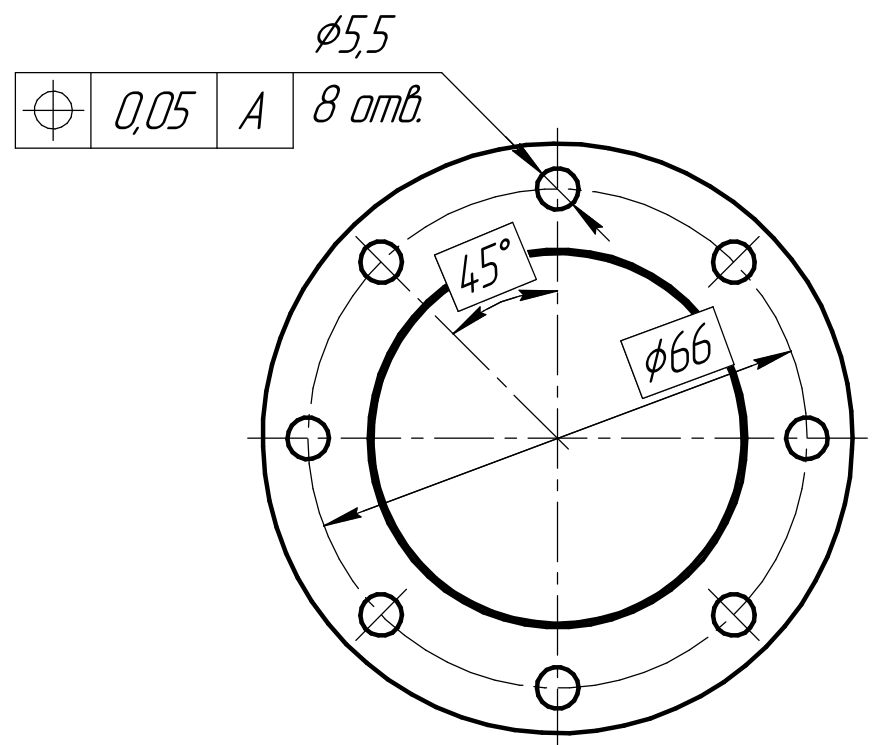
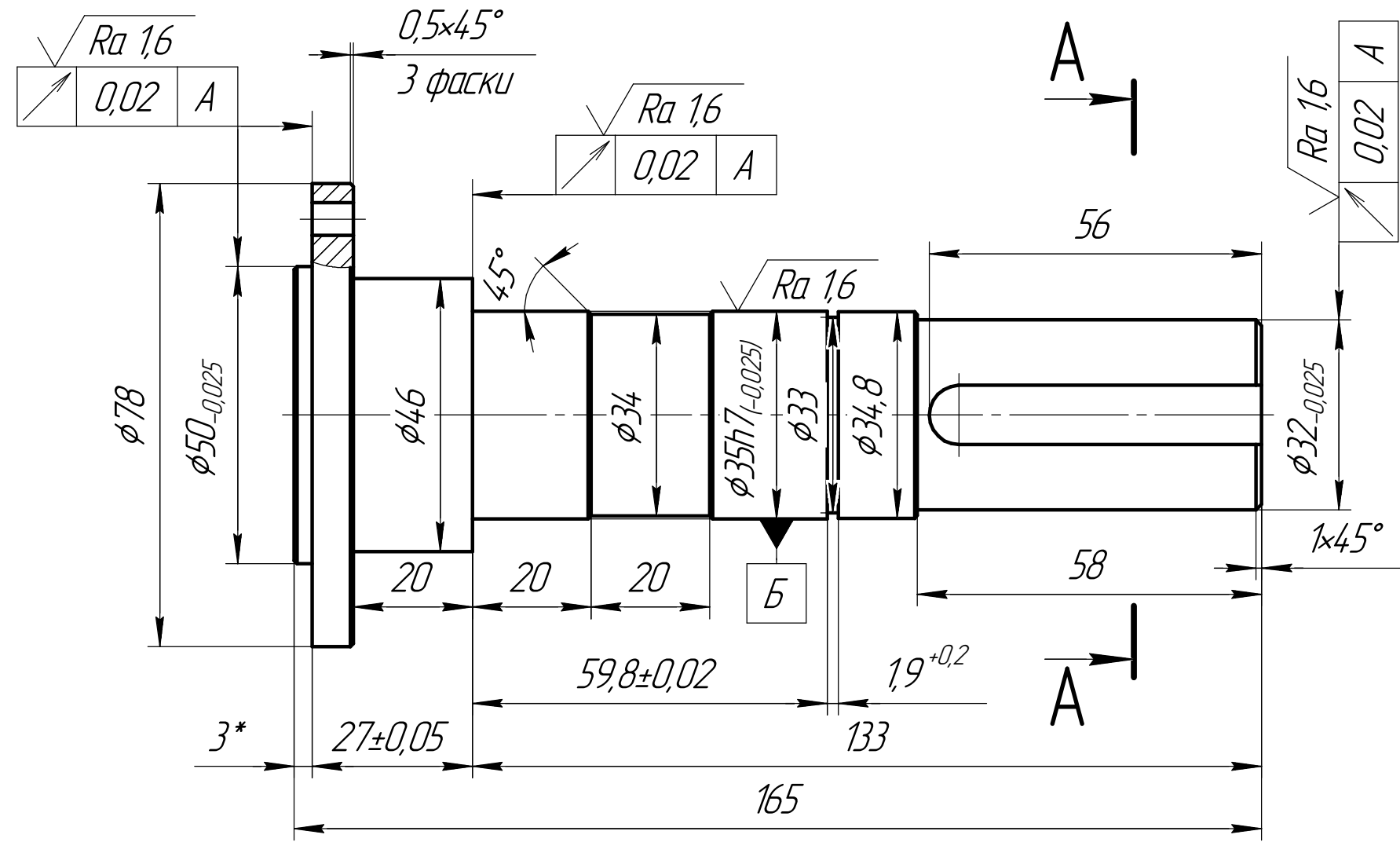
Приложение А. Чертёж детали

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.

ИШНПТ-154А80005.00.00.01

$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$



- 1 * - Размер для справок.
- 2 H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.
- 3 Острые кромки притупить фаской 0,25x45°.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ-154А80005.00.00.01		
Разраб.	Лш Цзяси	Галин Н.Е.			Вал	Лит.	Масса
Пров.							1,45
Т.контр.					Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	Лист	Листов
Н.контр.							1
Утв.					Копировал		
Не для коммерческого использования					Формат А3		

Приложение Б. Техническая карта

ИШНПТ-154А80005.00.00.02

Сталь 45X ГОСТ 4543-71

Macca,

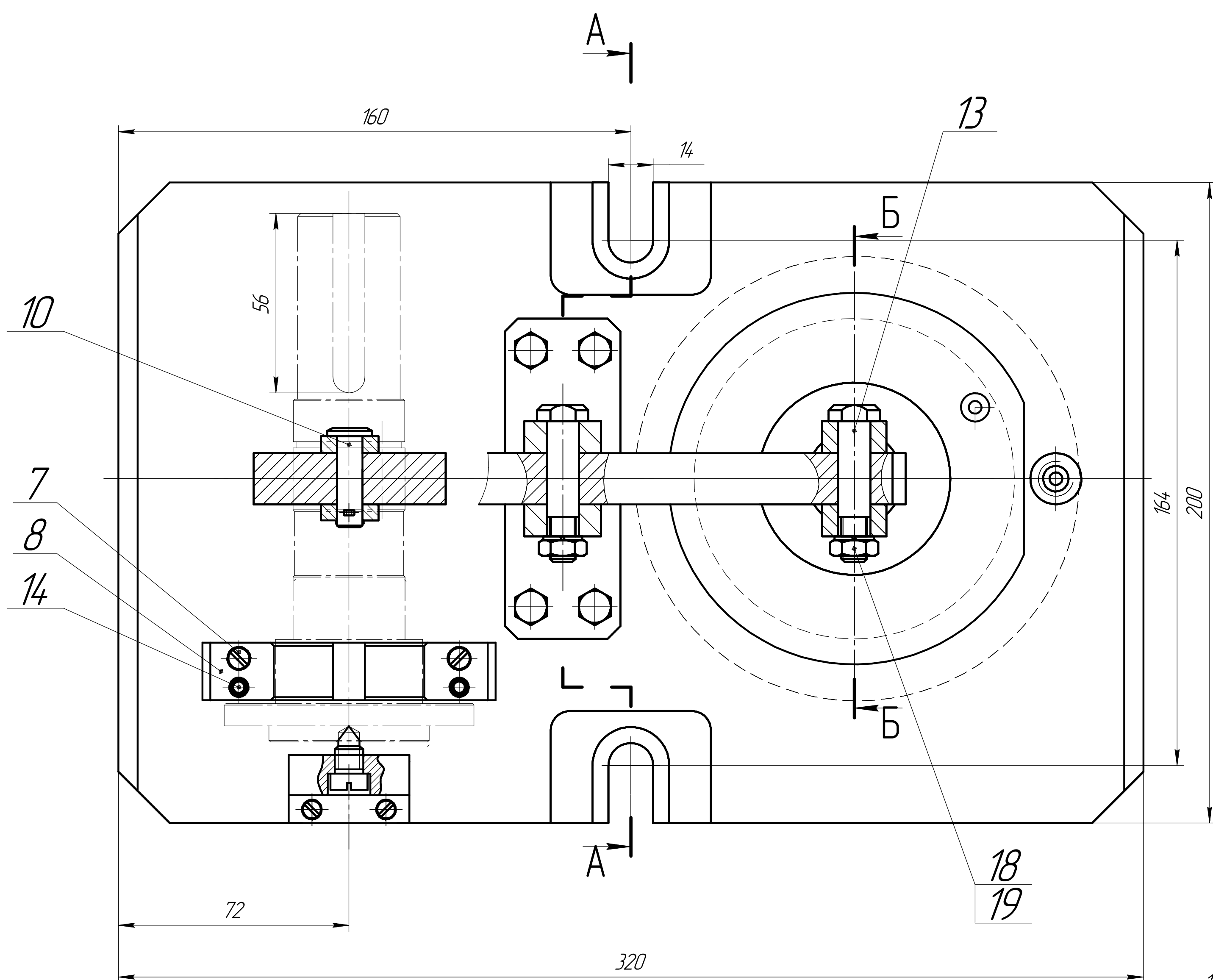
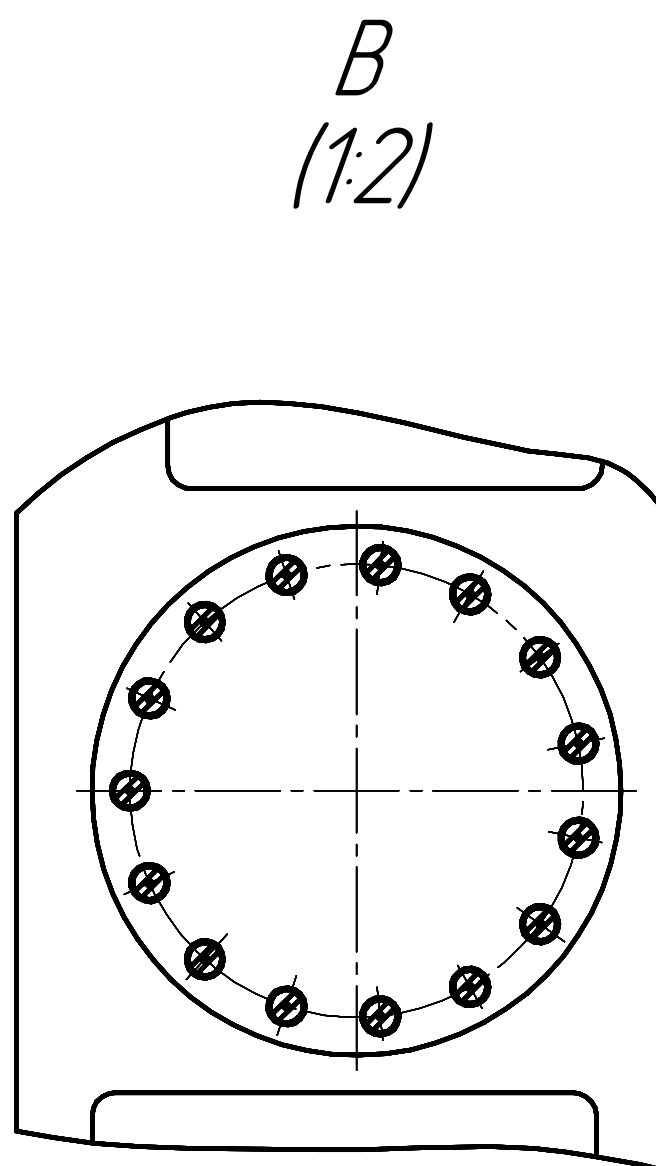
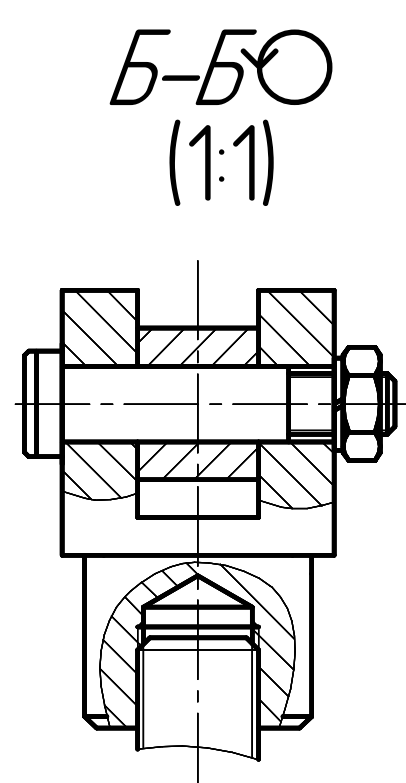
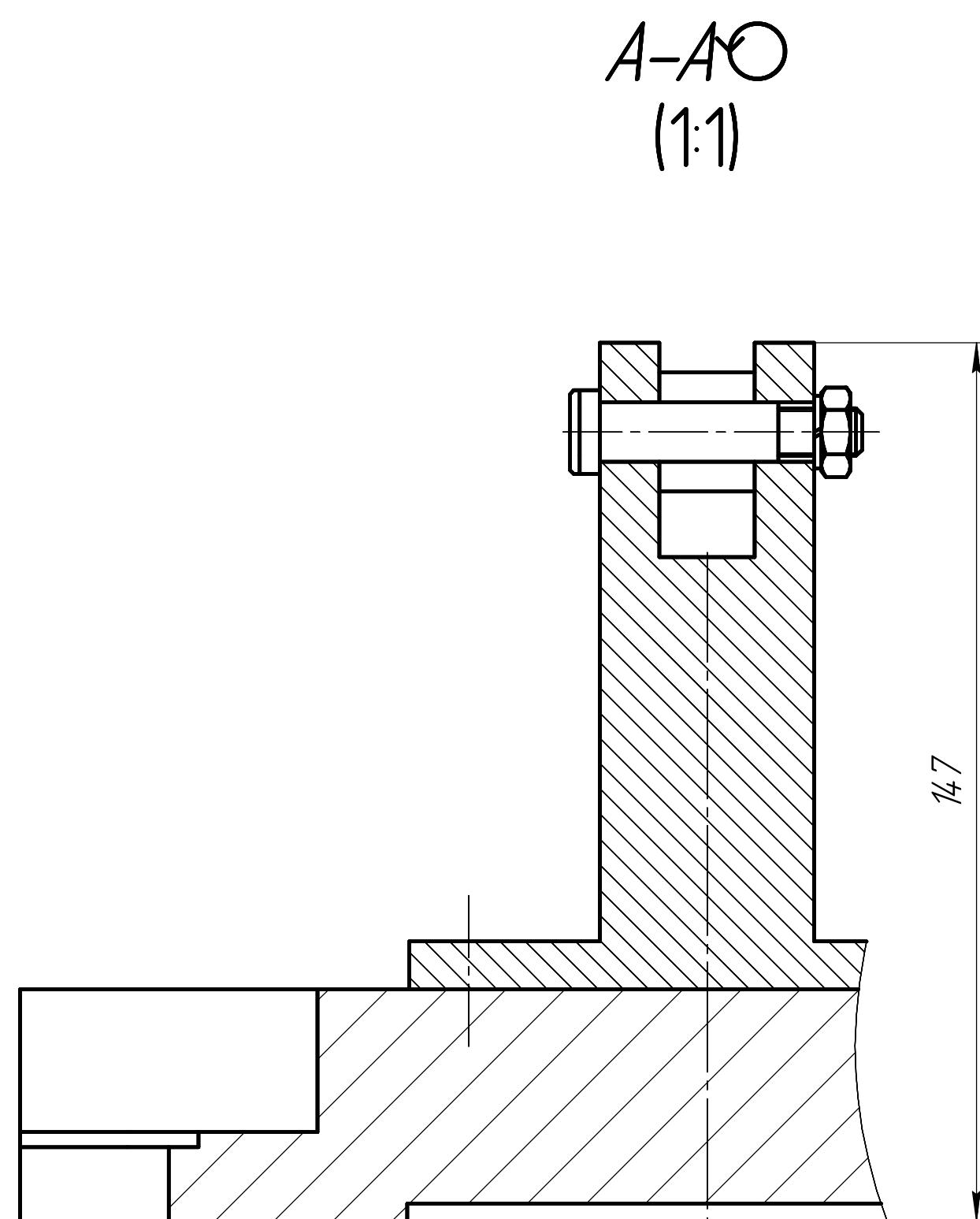
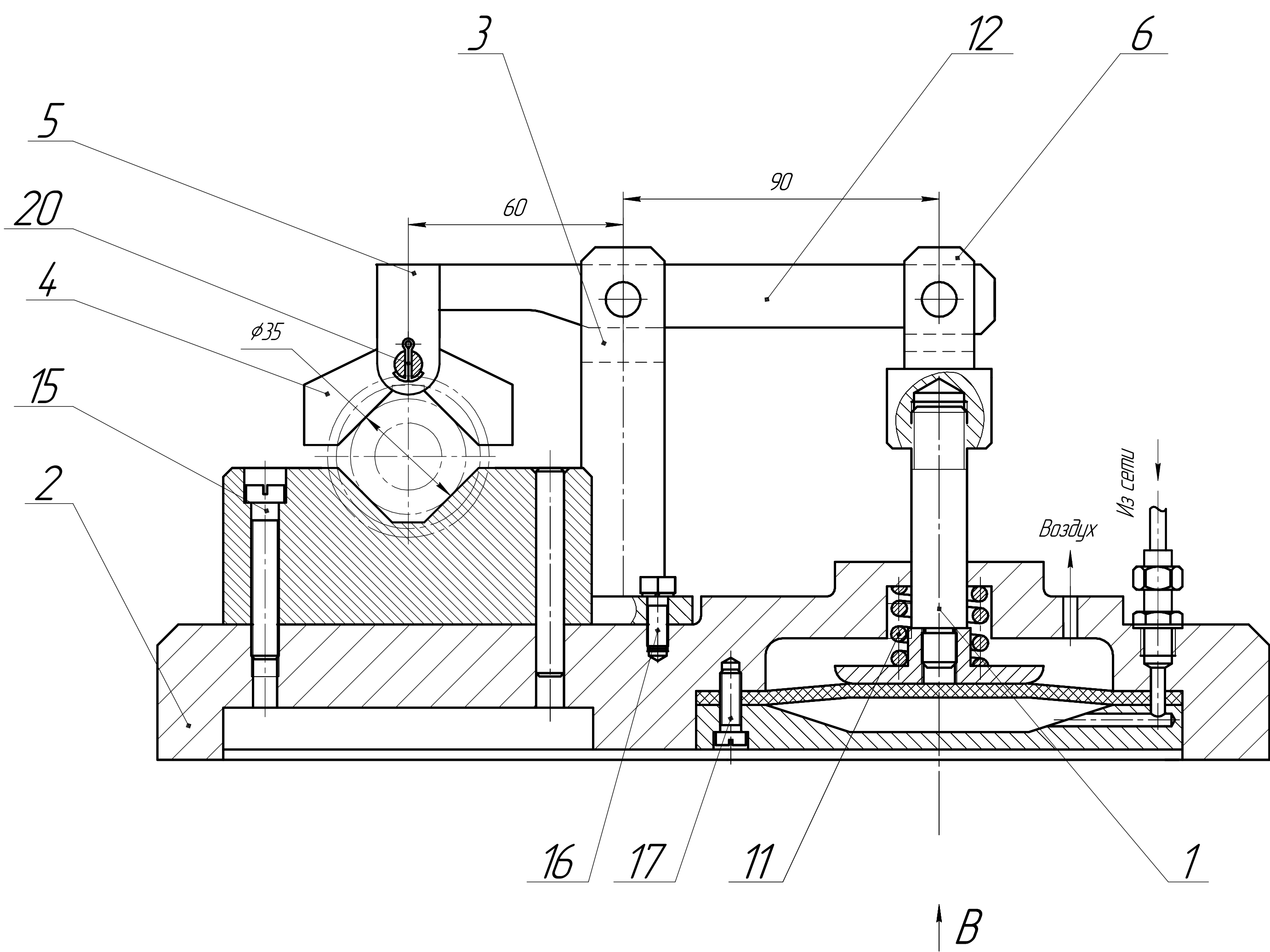
307

Горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway серии GA-2000.

					ИШНПТ-154А80005.00.00.02				
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Техническая карта		Лист	Масса	Масштаб	
Разработ	И/О Цзэси								
Проб.	Голин Н.Е.								
Т.кактр.									
Исполнит.						Лист	1	Листов	2
Умб.						Группа 154А61			

КОМПАС-3D v11 Числовая версия © 2016 ООО «КОМПАС-САЙНС» Лица, № табл. Подп. и дата	040	1	<u>Круглошлифовальная</u> 1. Шлифовать поверхность 2, выдержав размеры $\phi 35_{-0,025}^{+0,05}$ и $59,8 \pm 0,02$ 2. Шлифовать поверхность 3, выдержав размеры $\phi 32_{-0,025}^{+0,79}$ и $102_{-0,15}^{+0,79}$.	<p>✓ Ra 16</p>	Станок круглошлифовальный ОШ-600ФЗ	Поводковый центр ГС Вращающийся центр	Шлифованный круг ПВД 25СМ1 К5 ГОСТ 1	Профилометр ГОСТ 1 Индикатор ИЧ-25 кл. 1 Набор концевых мер 1-Н2	2	0,1	39,8	0,2	0,03	3,45	115	12,6	0,25	0,45	123	123
	045		<u>Слесарная</u>						2	0,1	58	0,2	0,03	3,75	125	12,6	0,33			
	050		<u>Контрольная</u>																	
ИШНПТ-154 А800005.00.00.02																		Лист 2		
Изм./Лист № докум. Подп. Дата																				
Не для коммерческого использования																				

Приложение В. Чертеж приспособления



Технические характеристики
1. Усилие зажима Q= 443 Н при давлении в системе до 0,4 МПа
2. Рабочий ход поршня 10 мм
3. Способ установки детали на приспособление – ручной

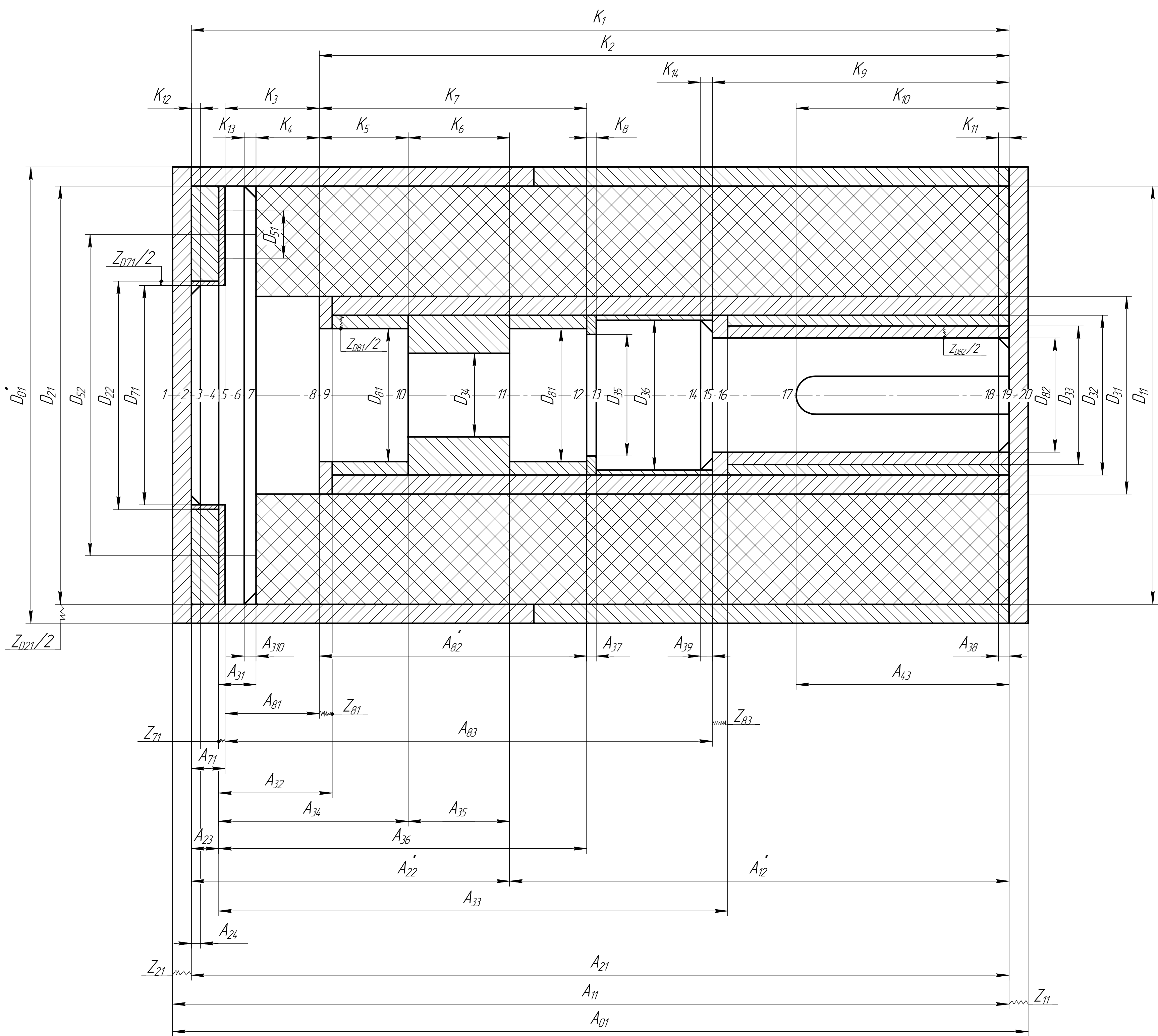
Технические требования
1. Подвижные части смазать смазкой Циатим 201 ГОСТ 6267-74.
2. * Размеры для справок
3. Неуказанные радиусы скругления 3,5 мм
4. Места под крепление по ГОСТ
5. Призмы опорные по ГОСТ 12195-78

ИШНПТ-154А80005.00.00.03				Лист	Масса	Масштаб
Приспособление для фрезерования шпоночного паза						1:1
				Лист	Листов	1
				ИШНПТ ТПЧ Группа 154А61		
				Формат А1		

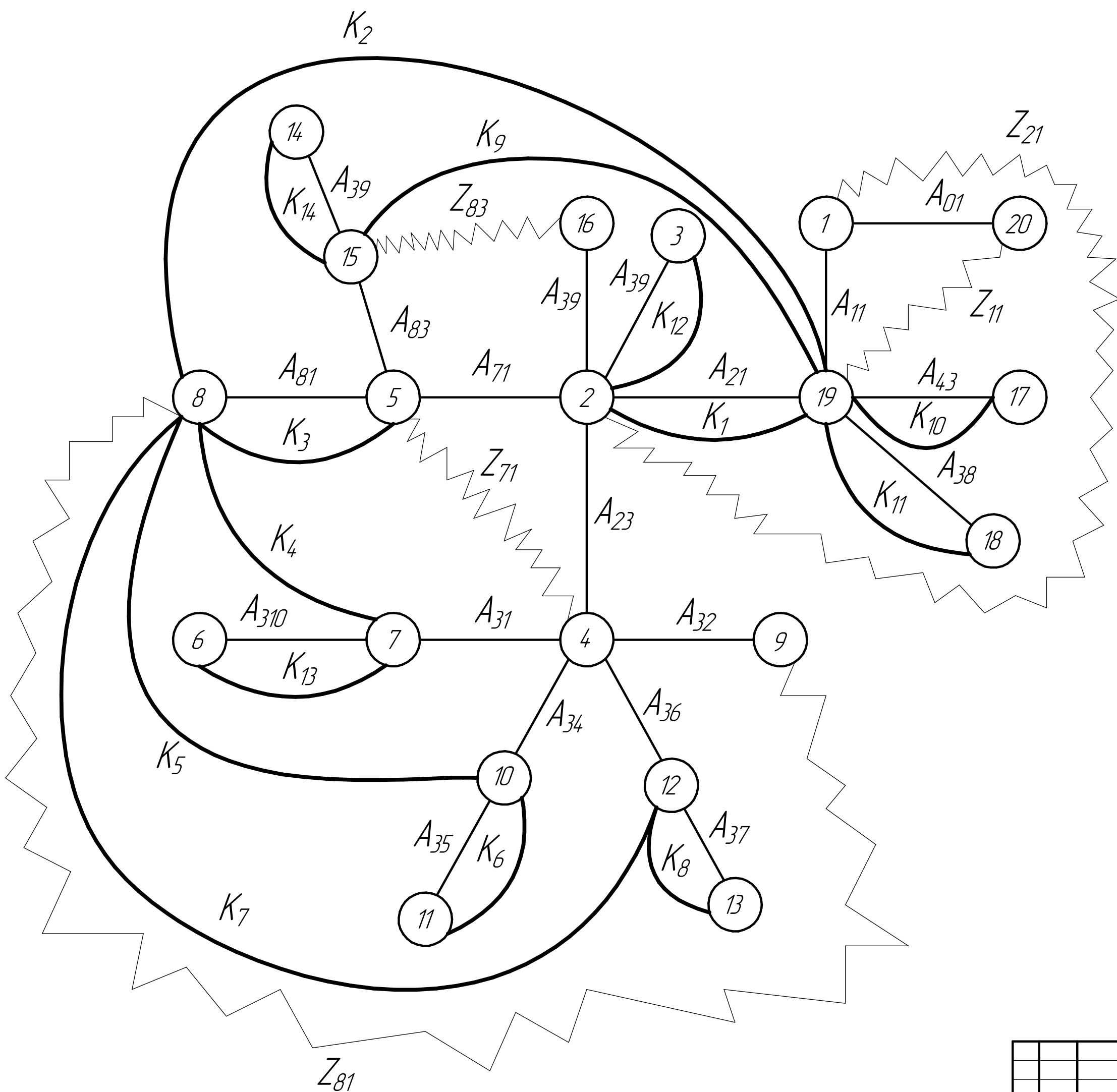
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист		Подп.		Дата	
ИЗМ. №		Лист					

Приложение Г. Размерный анализ

Размерная схема



Граф технологических размерных цепей



ИШНПТ-154А80005.00.00.05			
Изм./Лист	№ док-м	Подп.	Дата
Разраб.	Ли. Цзяси		
Проб.	Галин Н.Е.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			
Размерный анализ			
Лит	Масса	Масштаб	
Лист 1	Листов 2		
Группа 154А61			
Копировал			
Формат А1			

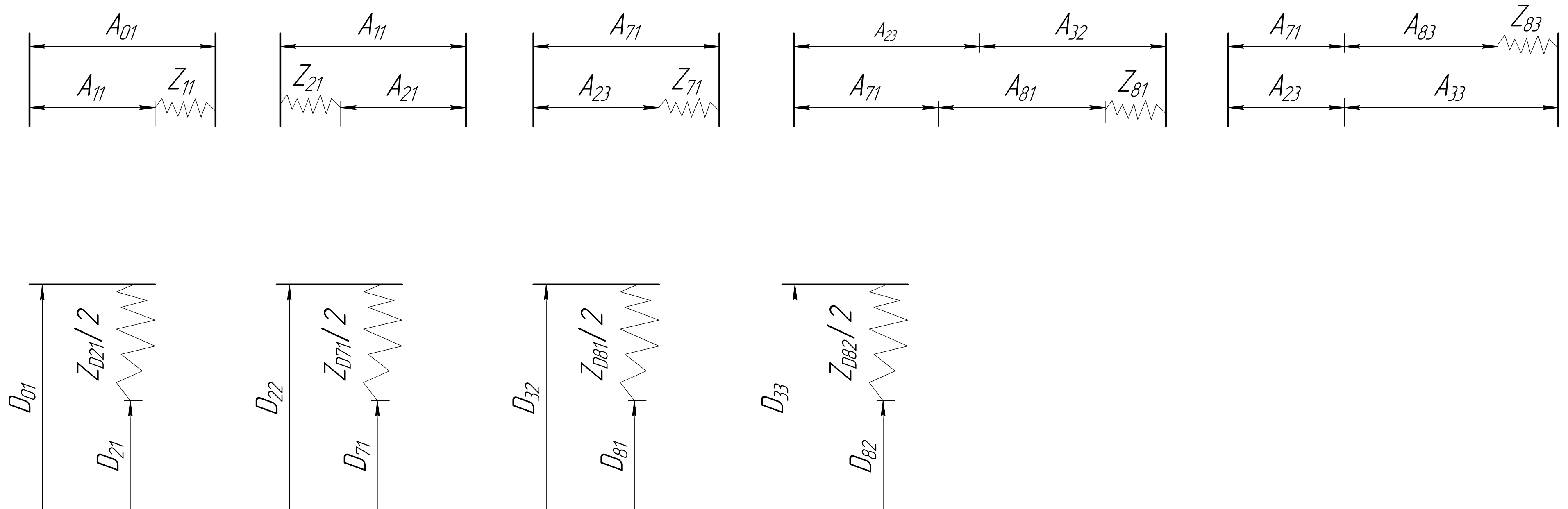
ИШНПТ-154А80005.00.00.05

Стор. №

ИЗМ. № 1

Не для коммерческого использования

Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются припуски



Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются конструкторские размеры

